This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

PWX
Riese.

Vorschläge

zu einem neuen

Goniometer,

mit welchem man
sowohl spiegelnde als matte Krystalle
so genau,
als es die Natur ihrer Oberflächen nur gestattet,
messen kann.

Nebst einem Anhange,

enthaltend die Angabe eines Werkzeugs
zu der Zeichnung sämmtlicher Kegelschnitte
(Konographs).

Von

F. C. von Riese,

Doctor der Philosophie, Privatdocent an der rheinischen
Friederich-Wilhelms Universität, und Mitglied mehrerer
gelehrten Vereine.

Mit zwei Steindrucktafeln.

Bonn,
bei Eduard Weber.
1829.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
1942

Seiner Excellenz

dem

Herrn von Kamptz,

Königlich Preussischem wirklichem Geheimenrathe, Director in dem Ministerium der Geistlichen-, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Justiz-Ministerium, Kammerherrn, Ritter des rothen Adler-Ordens zweiter Klasse mit Eichenlaub, Grosskreutz des Dänischen Dannebrog-, und des Hessischen Löwen-Ordens, Commandeur des Oestreichischen Leopold-Ordens etc. etc.

ehrfurchtsvoll gewidmet

vom Verfasser.

Vorerinnerung und Einleitung.

Das Studium der Gesetze, welche die Natur bei der Bildung der Körper befolgt, ist eine der interessantesten Aufgaben, welche der menschliche Geist sich stellen kann, deren völlige Lösung aber wohl immer ein ihm unerreichbares Ziel bleiben wird. Zwar hat uns die Chemie über einzelne Stoffe, welche von ihnen, und in welchen Verhältnissen diese zu gewissen Körpern zusammentreten, belehrt; allein viele Fragen in Betreff der übrigen Eigenschaften dieser Körper, und besonders in Betreff der Abhängigkeit dieser Eigenschaften von denen ihrer Bestandtheile bleiben dabei noch unbeantwortet, wohin denn nahmentlich auch diese Fragen in Bezug auf Structur und Gestalt der Körper gehören. Einleuchtend ist, dass, wenn wir uns der Beantwortung dieser Fragen nähern wollen, wir da beginnen müssen, wo jene Gesetze überhaupt, und im besonderen die in Betreff der Gestalt und ihrer Abhängigkeit die einfachsten zu seyn scheinen, welches offenbar bei den Krystallen der Fall ist, sowohl wegen der Ebenheit ihrer Begrenzungsflächen als auch wegen der Symmetrie in ihrer Gestalt und Structur.

Das Studium der Krystalle und ihrer Gestalten, *die Krystallogie*, erscheint hiernach als ein nothwendiges Mittel und integrirender Theil der Lösung jener grossen Aufgabe in Betreff der Bildungs-Gesetze der Natur, und erhält dadurch für den Naturforscher eine äusserst hohe Bedeutung und Wichtigkeit, die zu dessen gründlicher und eifriger Betreibung um so mehr anreizen muss, als gerade die Krystalle es sind, welche in Bezug auf Licht, Wärme und Electricität so äusserst interessante

Erscheinungen zeigen; wozu überdiess noch kommt, dass die Krystallformen mit Rerücksichtigung der Bestandtheile wohl sicher das beste Prinzip zu einer naturgemässen Eintheilung der Mineralien darbieten.

Diese Wichtigkeit fühlend beschäftigte man sich zwar schon seit einiger Zeit mit dem Studium der Krystallformen, fing aber erst in neuerer Zeit an, die beiden bis jetzt zugänglichen Hauptpunkte desselben, nehmlich die geometrische Ableitung der Formen auseinander und die wirkliche Messung der dazu nöthigen Daten, genauer zu bearbeiten, wobei jedoch jene, unterstützt von der jetzt so sehr ausgebildeten analytischen Geometrie und Trigonometrie, schneller fortschreiten konnte als diese, welcher, sobald man Genauigkeit verlangt, bedeutende Schwierigkeiten entgegen treten. Auch scheint man bisweilen, vielleicht durch diese Schwierigkeiten abgeschreckt, auf die Messung zu wenig Gewicht gelegt, und sich mit dem blossen Augenscheine, z. B. in Bezug auf Abänderungsflächen, begnügt zu haben; allein ohne genaue Messung bleibt das wirkliche Vorhandenseyn aller nur theoretisch entwickelten Formen zweifelhaft, und die interessantesten Entdeckungen hierin, z. B. Mitscherlichs isomorphe Basen, gleichzeitige Ausdehnung und Zusammenziehung des Kalkspaths in der Wärme, sind und werden nur die Früchte genauerer Beobachtungen seyn, wie uns diese auch in der Astronomie über die physische Realität der schönsten theoretischen Entdeckungen, der allgemeinen Gravitation, der Aberration, Nutation, Cometen von kurzer Umlaufszeit u. s. w. belehrt haben, und wahrscheinlich über das Seyn oder Nichtseyn eines Aethers belehren werden.

Wenn daher durch die mehrfachen und wichtigen Beziehungen auf die ganze Naturlehre, welche genaue Beobachtungen der Krystallformen haben, auch diese von hohem Interesse sind, so wird ein Versuch, diese Genauigkeit durch schärfere Messwerkzeuge zu vermehren, so wie bei dem Beginne desselben die kurze Erörterung einiger Punkte sowohl in Betreff der Krystall-Messung im allgemeinen als

dieses Versuchs im besonderen nicht ganz überflüssig erscheinen.

Was zuerst diese Beobachtungen im allgemeinen betrifft, so übersieht man leicht, dass Messung von Linien dabei unthunlich ist, und doch nur indirect zum Ziele führen würde, dass also nur die Messung der Flächenwinkel oder Kanten übrig bleibt, und dass auch diese mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft ist. Offenbar kommt nehmlich diese Messung darauf zurück, von jeder der beiden bezüglichen Ebenen ein Merkmal zu entnehmen, woraus sich ihre Lage gegen andere bestimmte Ebenen genau erkennen lässt. Nur durch unmittelbare Berührung oder Licht werden solche Merkmale überhaupt zu erhalten seyn; durch erstere aber nie genau, weil sich mit der Kleinheit der Krystallebenen im allgemeinen doch eine starke Verschiedenheit ihrer Grösse und ihrer Gestalt verbindet, dieser Verschiedenheit die festen Ebenen an einem Instrumente ohnmöglich folgen können, und die Berührung verschieden gestalteter Ebenen um so weniger genau zu beobachten ist, als sich dazu eben wegen dieser Verschiedenheit keine optische Hülfe anwenden lässt; und weil ferner bei schmalen Berührungs-Ebenen (wie an dem Goniometer von Haüy) die Berührung ziemlich richtig scheinen, dabei aber dennoch die Lage der Kante gegen die Axe des Instruments so unrichtig seyn kann, dass bedeutende Fehler entstehen; überdiess muss die Berührung an beiden Krystallflächen gleichzeitig geschehen, weil sonst, bei der nicht füglich anders als durch Wachs und dergleichen zu machenden Befestigung, eine Verrückung des Krystalls fast unvermeidlich ist. Hiernach bleibt wohl ohne Zweifel das Licht das einzig dienliche Mittel zu dem beabsichtigten Zwecke, und zwar in der einfachsten Art, wenn man die Bilder der Kanten oder sonstigen Endpunkte der Flächen mit den Fäden in Microscopen zum Decken bringt, in der vollkommensten aber, wenn man dieses Decken nicht für Theile jeder Fläche selbst,

sondern für das von ihr reflectirte Bild eines entfernten Gegenstandes zu bewirken sucht, woraus sich die Lage der Fläche nach den Reflexions-Gesetzen mit vorzüglicher Schärfe ergiebt, weil die Bilder, da alle Theile der Fläche dazu beitragen, lebhafter werden, und besonders deshalb, weil eine Aenderung in der Lage der Ebene eine doppelt so grosse Aenderung in der Lage des reflectirten Strahls bewirkt. Wenn nun auch die grosse Menge matter Krystalle nöthigt, die erste Art der Benutzung des Lichtes beizubehalten, so ist doch der (unt. S. XI u. f. sich noch näher zeigende) Vortheil, welchen die zweite für die Messung spiegelnder Krystalle gewährt, zu bedeutend, als dass man ihn irgend aufgeben, und bei der ersten Art allein stehen bleiben könnte, wenn auch durch diese zwiefache Anwendung der Bau des Instruments complicirter wird.

Hiernach und nach den Erfordernissen eines guten winkelmessenden Werkzeugs überhaupt, ergeben sich für ein solches zu der Winkelmessung an den Krystallen oder für einen guten *Goniometer* folgende Bedingungen:

1) dass man damit sowohl spiegelnde als matte Krystalle messen könne, ohne

2) den Vortheil, welchen jene darbiethen, aufzugeben;

3) dass er bei allen Krystallen, von den kleinsten bis zu einer Grösse, die von ihnen nur sehr selten überschritten wird, z. B. 1 1/2 bis 2 Zoll, anwendbar sey;

4) dass die Construction aller oder wenigstens der auf die Genauigkeit influirenden Theile einer scharfen Prüfung von dem Beobachter unterworfen werden könne, sowohl um sich nicht einzig auf den Künstler und die Unwandelbarkeit des Instruments verlassen zu müssen, als auch vorzüglich, um den Grad der Genauigkeit der Messungen gehörig beurtheilen zu können;

5) dass der mittlere Fehler in der Kante bei einmaliger Messung spiegelnder Ksystalle nicht 10″, bei der von

matten aber nicht 30″ oder höchstens 40″ übersteige, und durch Wiederhohlung des Winkels sowohl, als durch Vergrösserung des Instruments sich bedeutend vermindern lasse; endlich

6) dass die Messung möglichst leicht, schnell und sicher vollzogen werden könne.

Dass die bisher öffentlich bekannten Goniometer diesen Bedingungen nicht entsprechen, bedarf wohl keiner Ausführung. Sie benutzen die Vortheile der spiegelnden Krystalle nicht völlig, und vernachlässigen auf der anderen Seite *ganz* die Messung der matten Krystalle, welches doch ohne Zweifel als ein wahrer Mangel anzusehen ist, da es nicht nur einzelne Krystalle, sondern ganze Krystall-Gruppen z. B. vom Polityp (Kalk) Feldspath u. s. w. giebt, die grossentheils oder sämmtlich, und zwar oft an den interessantesten Abänderungen, matte Flächen haben. Ueberdiess sind die Prüfungen öfter gar nicht beachtet, öfter nur bei kleineren Instrumenten brauchbar, bei grösseren und genaueren aber unzureichend, und der mittlere Fehler sehr häufig eher über als unter einer Minute.

Diese Betrachtungen und das hohe Interesse der Krystallmessung veranlasste mich bereits vor mehreren Jahren die Angabe eines Goniometers, welcher den obigen Bedingungen möglichst entspräche, zu versuchen, und dem Herrn Hofrath Hausmann, den als Lehrer ich zu verehren das Glück habe, eine kleine Abhandlung darüber vorzulegen, welche in der nächsten Versammlung des Göttinger Vereins bergmännischer Freunde auf mein Ersuchen vorgetragen wurde, und den grössten Theil des Inhalts von dem ersten Abschnitte des vorliegenden Schriftchens ausmacht, über welches mir nun noch folgendes zu bemerken erlaubt seyn wird.

1. Der erste Abschnitt desselben beabsichtigt einen Goniometer anzugeben, der den obigen Bedingungen entsprechend, seine Aufgabe in möglichster Allgemeinheit, sowohl rücksichtlich der zu messenden Krystalle als der

übrigen Umstände, welche bei der Messung in Betracht kommen können, löst, welches schon deshalb einiges Interesse gewährt, weil in der Regel bei Instrumenten ähnlicher Art Einfachheit mit Allgemeinheit und Genauigkeit im umgekehrten Verhältnisse stehen, folglich letztere beide auch hier eine künstlichere Einrichtung forderten, und weil der Uebergang vom Allgemeinen zum Besonderen gewöhnlich und namentlich hier leichter als der umgekehrte ist. Dennoch schien es nicht unpassend, einige unter besonderen Voraussetzungen zweckmässige und nützliche Abänderungen, und unter diesen vorzüglich die des horizontalen Goniometers anzugeben, weil diese sich am meisten von der ursprünglichen allgemeinen Form entfernt, und ausgezeichnete Vortheile gewährt. Bei diesen Abänderungen fand sich denn auch Gelegenheit nicht allein die Gründe für sie, sondern auch zum Theile die für die allgemeinere Einrichtung zu bemerken.

2. Die Prüfungs - uud Messungs - Methoden sind bis ins Detail angegeben; weil einem Gelehrten, wenn er sich auch einmal mit der Einrichtung genau bekannt gemacht hat, (welches hier wie bei jedem Messwerkzeuge geschehen muss) diese doch nach einiger Zeit nicht immer so gegenwärtig seyn wird, dass bei einem einzelnen Gebrauche nicht ein kleines Versehen eintreten könnte, welches leicht vermieden wird, wenn die einzelnen Verrichtungen bei einer Messungs-Methode in der Folge, wie sie dabei vorgenommen werden müssen, angegeben sind, wobei die Bezeichnung der Schrauben am Instrumente mit den hier gewählten Zeichen die schnellere Uebersicht befördert. Durch die detaillirte Angabe der Operationen scheinen die Messungs-Verfahren zwar weitläuftiger; genauer dieselben betrachtet, wird man aber finden, dass sie durchaus nicht weitläuftiger als bei anderen feineren und schärferen winkelmessenden Werkzeugen sind, ja sogar bei der Messung mehrerer Kanten an demselben Krystalle, wenn man die besseren Vorrichtungen für deren

Einstellung (§. 2 und 23) gewählt hat, fast eben so einfach als an dem Haüyschen Goniometer werden, welcher jedoch auch bei dem sorgfältigsten Gebrauche selbst für matte Krystalle bei weitem nicht die Genauigkeit wie der hier vorgeschlagene gewährt.

3. Die grössere Genauigkeit, welche dieses Instrument zu geben im Stande ist, beruht 1) hauptsächlich anf der Erfüllung der 4ten u. 5ten Bedingung [1]), ferner bei spiegelnden Krystallen 2) darauf, dass die richtige Stellung des Lichtes, Krystalls und Instruments nur einen Augenblick nöthig, und nur in diesem, d. h. bei dieser richtigen Stellung, die Einstellung der Bilder auf die Gesichtslinien möglich ist, und dass man 3) mit einmaligem Einstellen beider Fernröhre, also mit einer Messung den doppelten Winkel erhalten, und unter Umständen diesen doppelten Winkel beliebig vervielfältigen, also den 2, 4, 6 fachen oder, nach dem Bordaischen Multiplications-Verfahren, den 4, 8, 12 fachen Winkel erhalten kann, wodurch die Genauigkeit bedeutend vermehrt wird, indem bei Winkelmessungen alle veränderlichen Fehler durch Repetition beliebig vermindert werden können [2]), constante Fehler

1) S. S. VIII. Es würde sehr irrig seyn, diese bisweilen erforderlichen Prüfungen und Berichtigungen als Beschwerden bei der Messung ansehen zu wollen; unterlässt man sie, so geht man rücksichtlich der Genauigkeit zu anderen Instrumenten zurück, die solche Prüfungen nicht gestatten, und bei denen man sich geradezu auf den Künstler, und, was weit übeler ist, auf die Unwandelbarkeit des Instruments verlassen muss, oder bei welchen man, weil sie gar keine feste Gesichtslinien haben, wie bei dem Wollästonschen Goniometer, allen hierdurch entstehenden Fehlern ausgesetzt ist. Dabei ist aber doch stets der Unterschied, dass bei diesen Instrumenten diese Fehler verborgen bleiben, bei dem hier vorgeschlagenen sich jedoch durch die Prüfungen ermitteln lassen.

2) *Dirksen, Historiae progress. instrum. adumbratio, nec non de artificio multiplicationis*, §. 18. *ff.*

aber nach den gehörigen Berichtigungen nicht leicht zu fürchten oder doch nicht mehr merkbar seyn werden. Die unbeschränkte Repetition ist freilich nur bei festem Lichte, bei beweglichem aber, z. B. der Sonne, füglich nicht mehr, als der 4 fache Winkel zu erhalten. Allein dieser ist schon weit genauer als der 4 fache gemessene Winkel bei den gewöhnlichen Repetitions-Goniometern, (bei welchen der Krystall gedreht wird), weil diese in jeder Messung nur den einfachen, der hier vorgeschlagene Goniometer aber den doppelten Winkel giebt, so wie dieser eine grössere Genauigkeit besitzt als der mit jenen repetirte einfache Winkel. Um dies Verhältniss der Genauigkeit im allgemeinen zu übersehen, sey x das Complement der zu messenden Kante zu 180° (denn dies geben die Goniometer eigentlich unmittelbar) ferner A die Differenz der beiden Ablesungen zu Anfange und zu Ende der ganzen Messung und $(v\,k)$ $(m\,k)$, $(v\,c)$ $(m\,c)$, $(v\,l)$ $(m\,l)$ die wahren und mittlern Fehler beziehungsweise in der Einstellung des Krystalls, in der Einstellung der Gesichtslinien oder im Zielen (Collimation) und in dem Ablesen, wobei die in der Repetition öfters vorkommenden $(v\,c)$ durch darüber gesetzte Zahlen, und die beiden $(v\,l)$ durch $(v\,\overset{\text{I}}{l})$ und $(v\,\overset{\text{II}}{l})$ unterschieden werden mögen. Wird alsdann der $2n$ fache Winkel auf die gewöhnliche Art erhalten, so hat man für ihn die Gleichung:

$$x = \frac{A}{2n} + \frac{(v\,k)+(v\,\overset{\text{I}}{c})-(v\,\overset{\text{II}}{c})+\ldots.+(v\,\overset{2n}{c})-(v\,\overset{2n-1}{c})+(v\,\overset{\text{II}}{l})-(v\,\overset{\text{I}}{l}),}{2n}$$

dagegen aber für den aus der n fachen Wiederhohlung des doppelten Winkels hervorgegangenen

$$x = \frac{A}{2n} + \frac{(v\,k)+(v\,\overset{\text{I}}{c})-(v\,\overset{\text{II}}{c})+\ldots.+(v\,\overset{n}{c})-(v\,\overset{n-1}{c})+(v\,\overset{\text{II}}{l})-(v\,\overset{\text{I}}{l})}{2n}$$

folglich in der Annahme:

$$x = \frac{A}{2n}$$

den mittleren Fehler [1]) in jenem Falle

$$= \frac{1}{2n}\sqrt{(mk)^2+2n(mc)^2+2(ml)^2},$$

in diesem aber

$$= \frac{1}{2n}\sqrt{(mk)^2+n.(mc)^2+2(ml)^2},$$

woraus im allgemeinen der Vortheil der Multiplication und hier im besonderen für die beiden Verfahren erhellt, dass abgesehen von der Wirkung der Fehler in der Einstellung des Krystalls und der Ablesung, welche in beiden Fällen gleich ist, der mittlere Fehler, so weit er von der Einstellung der Gesichtslinien herrührt, in jenem Falle sich zu dem in diesem wie $\sqrt{2}:1$, folglich umgekehrt die Genauigkeit sich wie $1:\sqrt{2}$ verhalte. Strenge genommen ist dieses Verhältniss noch zu günstig für die Repetition des einfachen Winkels, indem es voraussetzt, dass sie so wie die des doppelten Winkels nach Bordas Verfahren gemacht sey. Dieses lässt sich jedoch auf keine Weise bei Drehung des Krystalls anbringen, wodurch man die Sicherheit, dass zwischen den Einstellungen auf beide Flächen keine schädliche Verrückung vorgegangen sey, verliert, und daher auch diesen Fehler in die obige Formel für die Repetition des einfachen Winkels einführen müsste, während die andere von diesem Fehler ganz frei bleibt, da hier der Stand eines der beiden Fernröhre den richtigen Stand des Krystalls und der Kreise verbürgt.

4. Dass ausser den Winkelmessungen an den Krystallen auch die in Bezug auf Refraction, Polarisation u. s. w., kurz alle Messungen, welche nicht füglich am Scheitel sondern nur an der Oeffnung des fraglichen Winkels geschehen können, mit dem angegebenen Goniometer sich sehr gut vollführen lassen, ist für viele physikalische Zwecke gewiss sehr vortheilhaft. Ueberdiess ist dieses In-

1) *Gauss. theoria combinat. observat. art.* 18.

strument, seine horizontale Abänderung ausgenommen, zum Höhenmessen, diese aber für alle horizontale Winkel völlig brauchbar, und es bedarf nur einer leichten Vorrichtung an den Spiegeln unter den Fernröhren, um damit wie mit einem Theodoliten alle Azimutal-Winkel selbst mit geneigten Schenkeln messen zu können.

Indem ich nun hiernach die Entscheidung der Frage, in wie weit das vorgeschlagene Instrument seinem Zwecke und den angegebenen Bedingungen entspreche, dem gründlichen Urtheile von Kennern, wie sich von selbst versteht, überlasse, bitte ich das hier Gesagte einiger Berücksichtigung zu würdigen, und die Angaben des Instruments nur als Versuche anzusehen, die von geübteren Händen noch ihre Vervollkommnung erhalten werden.

Was noch schliesslich den Anhang betrifft, so steht er zwar mit der Krystall-Messung in keiner Verbindung; allein da die Tafeln noch einigen Raum übrig hatten, und bis jetzt, wenigstens meines Wissens, kein Instrument bekannt ist, mit dem man *alle* Curven zweiter Ordnung zeichnen kann, welches doch wohl in manchen Fällen besonders für bildende Künstler von Interesse ist, so glaubte ich diesem Instrumente, für welches mir nach Einrichtung und Zweck der Nahme *Konograph* passend scheint, hier eine Stelle anweisen zu dürfen.

Bonn, Mitte September 1828.

Inhalt.

Der Goniometer.

Erster Abschnitt.

Erörterung des Goniometers in seiner allgemeinen Form.

I. Einrichtung des Instruments.

	Parag.	Seite.
Uebersicht desselben	1	1
I. Der Krystallhalter	2	2
II. Der dioptrische Apparat	3	7
III. Die beiden Kreise	4	12
IV. Vorrichtungen zur Sicherung der Lage der einzelen Theile und des ganzen Instruments, Balancirung	5	16
Fussgestell	6	18

II. Berichtigungs-Methoden.

A. Für die Messung der spiegelnden Krystalle .	7	21
B. — — — matten Krystalle . .	8	24

III. Messung der Krystalle.

A. Der spiegelnden Krystalle,		
1. mit einem Spiegel auf der Axe des Instruments	9	25
2. ohne denselben, mit *einem* Fernrohre .	10	31
3. — — — *beiden* Fernröhren .	11	33
B. Der matten Krystalle		
Begründung der Methoden	12	37
1te Methode, durch Drehung des Krystallhalters	13	40
2te — — — der Microscope	14	44

Zweiter Abschnitt.

Abänderungen des Goniometers unter speciellen Voraussetzungen.

I. Abänderungen an dem Krystallhalter.

	Parag.	Seit
An ihm selbst	15	45
An seiner Befestigung	16	48
Dadurch nöthige Aenderung in den Berichtungs- und Messungs-Methoden	17	51

II. Aenderung in Betreff des Lichtes.

1. Allein		
Motivirte Angabe	18	55
Berichtigung und Messung	19	59
2. In Verbindung mit Aenderungen an anderen Theilen des Instruments,		
Angabe	20	60
Berichtigung und Messung		
A. für spiegelnde Krystalle	21	64
B. für matte Krystalle	22	66

III. Aenderung in der Lage des Instruments. (Horizontaler Goniometer.)

I. Angabe	23 u. 24	68
II. Berichtigungen	25	77
III. Messungs-Methoden		
A. für spiegelnde Krystalle	26	81
B. für matte Krystalle	27	83
Schlussbemerkung		86

Anhang.

Der Konograph.

Einrichtung desselben	1	87
Gebrauch, besonders bei vorgeschriebenen Dimensionen	2	93
Abänderungen	3	95

Erster Abschnitt.

Erörterung des Goniometers in seiner allgemeinen Form.

I. Einrichtung des Instruments.

1.

An dem Goniometer lassen sich vier Haupttheile unterscheiden, nehmlich [1])

I. die zur Befestigung und Stellung der Krystalle dienende Vorrichtung KK, welche man kurz den

---

1) Fig. I und II. Zum leichteren Verständnisse dieser und der übrigen Figuren ist zu bemerken:

1. Fig. I stellt den Aufriss des Instruments von der dem Beobachter zugekehrten Seite, und Fig. II den von der dieser (in Fig. I) links liegenden Seite vor, so dass der äusserste ganze Kreis in Fig. II die Kante an der Rückseite des äusseren Kreises *E* des Instruments selbst anzeigt.

2. In diesen so wie in allen übrigen Figuren sind alle von den betreffenden Seiten wirklich sichtbaren Theile mit ganzen Linien, die verdeckten Theile oder verdeckten Stücke derselben aber gar nicht oder mit unterbrochenen Linien (so — — —) gezeichnet.

3. Ebenfalls in allen Figuren bezeichnen gleiche lateinische Buchstaben dieselben Gegenstände, die griechischen aber und vorzüglich die kleinen griechischen beziehen sich öfter nur auf die Figur, bei welcher sie stehen.

Krystallhalter nennen kann; er ist an der runden Platte *B*, und diese an der Hülse *hh'* befestigt;

II. die dioptrischen Werkzeuge *DD'* (Fernröhre bei den spiegelnden, Microscope bei den matten Krystallen); das erste derselben *D* wird von der Platte *C*, und diese von der Hülse *H*, welche die ebengenannte, an der Platte *B* befindliche umschliesst, gehalten;

III. die beiden Kreise, von denen der äussere *E* an der Hülse *H*, der innere *J* aber an der stählernen Axe *AA'* befestigt ist; endlich

IV. die zur Sicherung der Lage der einzelen Theile und des ganzen Instruments dienenden Vorrichtungen, welche aus Gegengewichten und dem Fussgestelle *FPus* bestehen.

Die Einrichtung dieser vier Haupttheile in ihren Einzelnheiten, bei deren Angabe die mathematische Drehungs-Axe des Cylinders *AA'* so wie der ihn umschliessenden Hülsen und Kreise durch A und die der oberen Theile *FPP'* des Fussgestells durch F bezeichnet werden mag [1]), ist nun folgende.

I. Der Krystallhalter.

2.

Er besteht

1. aus zwei viereckigen Rahmen *R, R'*, welche durch die Zapfen *z* verbunden sind. Die Seitenstücke des vordern *R'* [2]) sind rund, und darauf zwei durch eine Querstange *q* verbundene Hülsen *i* beweglich.

---

1) Ueberdiess sind die Allegate von Stellen dieser Schrift durch eingeschlossene Zahlen gemacht, von denen die erste die Nummer des Paragraphen und die zweite die des Absatzes darin bedeutet.

2) Siehe auch Figur III, welche einen Querschnitt dieser Theile vorstellt.

Durch die beiden Querstangen des vorderen Rahmens gehen zwei Schrauben v', welche in cylindrischen Oeffnungen dieser Querstange zwar drehbar sind, ihre Muttern aber in der Querstange q haben, und dazu dienen, diese Querstange und mit ihr den Krystall parallel mit sich selbst und senkrecht auf die Axe A in einer (in den Figuren verticalen) Richtung zu bewegen [1]).

2. Um eine zweite hierauf und ebenfalls auf die Axe A senkrechte (in den Figuren horizontale) Bewegung hervorzubringen, tragen die beiden Hülsen i an zwei Armen p ein dem eben beschriebenen ganz ähnlichen viereckigen Rahmen R'' mit einer Schraube v'', welche in der eisernen Stange m ihre Mutter hat. Dieser Rahmen R'' ist eben so lang als der R' hoch ist, um für diese beide Bewegungen gleichen Spielraum zu haben.

3. Die Stange m trägt wieder einen solchen Rahmen R''', dessen Schraube v''' ihre Mutter in dem messingenen Parallelepipedum n hat, und dieses der Axe A parallel verschiebt, so dass dasselbe, und was weiter damit verbunden ist, durch die unter 1, 2 und 3 genannten Vorrichtungen nach allen Richtungen des Raumes beweglich ist. In Bezug auf die Befestigung des Rahmens R''' an der Stange m ist noch zu bemerken, dass dessen hinteres Stück aus einer runden Platte r besteht, die mit einem stählernen, durch die Stange m gehenden und darin drehbaren Zapfen versehen ist, mittelst dessen sich also der ganze Rahmen R''' umwenden lässt. Da dieser Zapfen nicht allein hinreichen

---

1) Wegen des auf der Axe A anzubringenden Spiegels müssen die beiden Schrauben v' mitten ohngefehr um den inneren Durchmesser des Ringes g (3. 4) von einander abstehen, und deshalb die Stange q in der Mitte breiter als dieser Abstand seyn. Die Schraube v'' im Rahmen R'' geht dagegen ganz durch.

würde, dem Rahmen R''' sammt den weiteren Vorrichtungen zur gehörigen Stellung des Krystalls und diesen selbst so zu halten, dass die durch die Schraube v''' hervorgebrachte Bewegung parallel der Axe A bleibt, so hat

α) die Platte r einen erhöheten Rand $\varrho\varrho$, worüber zwei an der Stange m sitzende Klammern $\sigma\sigma$ greifen, ferner

β) die Stange m eine runde Erhöhung l, welche gleichen Durchmesser mit der Platte r hat, sich nach hinten zu aber verläuft, wie die S förmige Gestalt Fig. I und III es angiebt, und endlich

γ) der stählerne Zapfen hinten eine Schraube nebst Mutter w, wodurch die Platte r gegen die Stange m gepresst, und so der Rahmen R''' in jeder Lage festgehalten werden kann.

Der Grund, weshalb der Rahmen R''' diese Drehbarkeit haben muss, wird sich weiter unten bei Messung der spiegelnden Krystalle zeigen.

Um dem Krystalle nun die erforderlichen Winkel-Bewegungen zu geben, hat

4. das Stück n vorne eine Hülse, in welcher der stählerne Zapfen c mittelst der Schraube ohne Ende w' drehbar ist, indem diese ihren Stützpunkt an einem von n ausgehenden Arme hat, und in einen gezähnten Halbkreis eingreift, welcher an c befestigt ist. — Statt des Halbkreises könnte man auch von dem Zapfen c einen Arm ausgehen lassen, welcher die Mutter der Schraube w' trüge, und den Zapfen c mit einer, durch eine Druckschraube beliebig zu befestigenden, Hülse umschlösse. Letztere Vorrichtung ist in der Zeichnung angegeben. Damit der Zapfen c sich nicht herunter drücke, hat er über n das Plättchen π. Dieses trägt an zwei Armen

5. die Schraube ohne Ende w'', welche in den über ihr liegenden gezähnten Halbkreis eingreifend,

eine Bewegung in der verticalen Ebene bewirkt. Der Halbkreis dreht sich um ein kleines Zäpfchen d, welches in c befestigt ist, und trägt oben an drei Armen a a' a''

6. eine Vorrichtung, um dem Krystalle eine Drehung geben zu können, deren Axe parallel dem Durchmesser des Halbkreises ist. Diese Vorrichtung besteht aus einem Stängelchen $b\,b'$, welches in der Mitte viereckig, oder mit einem Plättchen zur Befestigung des Krystalls versehen, an den Enden aber cylindrisch ist, und dort in der Gegend der Arme a' und a'' sehr steil, bei dem Arme a aber sehr wenig ansteigende Schraubengänge hat. In diese greifen in a' und a'' eben so steil ansteigende Riefen, bei a hingegen eine gewöhnliche Schraubenmutter w''' ein. Letztere hat zwei erhabene Ränder $e\,e$, und passt zwischen diesen genau in eine cylindrische Oeffnung in dem Arme a, wonach sie sich in dieser zwar drehen, jedoch wegen jener Ränder nicht verschieben lässt. Wird diese Drehung vollzogen, so nöthigen die in einander greifenden Schraubengänge in der Mutter w''' und auf dem Stängelchen $b\,b'$ letzteres der Bewegung zu folgen, und sich in der Richtung $b\,b'$ so weit zu verschieben, als die Weite eines Schraubenganges bei a multiplicirt in die Zahl der Umdrehungen um die Spindel beträgt. Dieses Verschieben kann aber wegen der Riefen bei a' und a'' nicht anders geschehen, als dass sich auch die Spindel $b\,b'$ etwas drehe, und diese geringe und feine Drehung wird gerade beabsichtigt[1]). Giebt man dem cylindrischen

---

1) Wären die Oeffnungen in a' und a'' so wie das Stängelchen $b\,b'$ darin völlig glatt und cylindrisch, so würde sich dieses mit der Hülse w''' gleich viel drehen; wären die Oeffnungen in a' und a'' in einander genau anschliessend kantig und glatt, so würde sich das Stängelchen verschieben, ohne sich im geringsten zu drehen.

Theile von $b\,b'$ $1\frac{1}{2}$ Linie Durchmesser, und lässt die schraubenartigen Riefen bei a' und a'' unter einem Winkel von 60° ansteigen, so müssten sie (von δ bis δ' und von δ'' bis b') so wie die Schraube bei a ohngefähr 5 Linien hoch seyn, wenn sich das Stängelchen $b\,b'$, indem es sich um diesen Zwischenraum (eigentlich um 4,08) verschiebt, um 180° drehen soll. — Die eben beschriebene Drehung dient, verbunden mit der unter Ziffer 5 angegebenen, um eine Ebene des Krystalls bei Messung der spiegelnden Krystalle, oder eine Kante bei Messung der matten Krystalle der Ebene der von der Schraube w' (siehe 4) hervorgebrachten Winkelbewegung parallel zu stellen.

Die angegebene Vorrichtung dürfte inzwischen bei sehr grossen und schweren Krystallen mangelhaft erscheinen, und für diese die folgende [1]) besser seyn. An dem Zapfen d sitzt statt des Halbkreises eine Nuss, welche einen dreieckigen Rahmen $\alpha\beta\gamma$ trägt, der zur Befestigung des Krystalls dient, und seine Unterstützung und Stellung durch die Schrauben und Stangen $\vartheta\vartheta'$ und $\vartheta\vartheta''$ erhält, indem jede der letzteren bei ϑ in einem Gewerbe beweglich ist, und oben die Mutter von einer der ersteren trägt, welche in runden Oeffnungen bei β und γ drehbar befestigt sind. Diese Vorrichtung ausschlieslich anwenden zu wollen, würde mehrere Nachtheile haben, besonders bei sehr spitzwinklichen spiegelnden Krystallen, die schärfere Messungs-Methode leicht unanwendbar machen.

Räthlich wird es übrigens bei der ersten Einrichtung seyn, mehrere auf das Stängelchen $b\,b''$ zu setzende oder aufzuschraubende Plättchen, und zwar schmälere für die dünneren, breitere für die dickeren Krystalle sich anzuschaffen.

---

1) Fig. IV.

II. Der dioptrische Apparat.

3.

1. Von den beiden astronomischen Fernröhren DD' ist jenes, in der Folge das 1te Fernrohr genannt, an die Platte C, und zwar um das Schwanken möglichst zu verhüten mit drei Armen befestigt. Aus der Verbindung der Fig. I und V, von welchen letztere das Instrument ohngefähr in der Mitte der Stütze F senkrecht auf die Axe A durchschnitten darstellt, ergiebt sich, wie die beiden kürzeren Arme das 1te Fernrohr tragen helfen. Sie sind im doppelten Sinne gekrümmt; der längere dagegen nur in einem, wie Fig. I es angiebt. Alle drei Arme endigen sich in $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll dicken Stangen, welche auf die Platte C angeschraubt sind (Fig. V.); die Stange des mittleren Armes wird überdiess gegen die Hülse H zu noch dicker (Fig. I.) und breiter (Fig. V.), und sitzt auf dieser selbst fest. Sollte trotz dieser Vorkehrungen die Platte C eine schiefe Richtung durch das Gewicht der Arme und des 1ten Fernrohrs erhalten, so würde es nöthig seyn, ihr auf der Rückseite einen eben so dicken Ring, als an ihrem Umfange die erwähnten Stangen es sind, zu geben, und denselben durch eine am Fusse befestigte Strebe X mit einer Rolle zu unterstützen (Fig. I.) [1]. Seine feine Stellung erhält das erste Fernrohr durch die Micrometerschraube M^I, welche an einem von dem Fusse F ausgehenden Arme befestigt ist, und deren Klemme eine besondere auf der Hülse H sitzende runde Scheibe fasst.

---

1) Wenn der Ring und die Rolle gehörig gearbeitet sind, so ist durchaus kein Nachtheil zu fürchten; bei den feinsten Meridiankreisen werden ja Rollen zur Unterstützung der Axe angewandt.

2. Das zweite Fernrohr D' sitzt an einem starken, die Hülse H bei Q umschliessenden, sich in zwei Aeste theilenden Arme, und wird durch eine Micrometer-Schraube M^{II} gegen das erste Fernrohr festgehalten. Diese scheint zwar mit der erwähnten Strebe X am Fusse zu collidiren, allein dieses Fernrohr kann nie in die, in der Zeichnung Fig. I. angegebene Lage kommen, welche blos der leichteren Darstellung wegen gewählt ist. Es kann mit dem Fusse keinen spitzeren Winkel machen, als in Fig. V. dessen punktirter Durchschnitt zeigt. — Um das zweite Fernrohr auch ohne die Micrometerschraube M^{II} fest halten zu können, dient ein mit den Pressschrauben $\varphi\,\varphi$ an die Stütze f zu befestigender Halbkreis χ (Fig. II.), an welchen dasselbe durch die Klemmschraube ψ' (Fig. I.) befestigt werden kann.

3. In beiden achromatischen Fernröhren oder Microscopen muss von den Fadensystemen [1]) in den Brennpunkten der eine Hauptfaden (zu welchem es räthlich ist noch zwei Parallel-Fäden, in gleicher Entfernung auf beiden Seiten einen, einzuziehen) in einer durch die Axe A gehenden und auf die Ebene der Kreiseintheilung senkrechten Ebene liegen, der andere Hauptfaden aber auf diesem und dieser Ebene senkrecht seyn [2]), ferner die Gesichtslinien in einer auf der Axe A rechtwinklich stehenden Ebene sich befinden, und

---

1) Wenn die Caoutchouc-Fäden des Hrn. Goring sich bewähren, so möchten sie auch hier den Vorzug verdienen. Ihre Bereitung ist angegeben in Quarterly Jour. of Science Litt. and Arts, New Series I. p. 81, und daraus in des Herrn Prof. u. Ritter Schumacher Astron. Nachrichten No. 129 p. 199.

2) Da diese Ebene offenbar durch einen wirklichen oder einen fingirten Theilstrich z. B. 0° geht, und diese Striche auf der Kreisperipherie senkrecht stehen, so wird man die zuerst hieroben erwähnten Fäden die der Theilung, und die anderen die der Kreisperipherie parallelen nennen können. Diese Bezeichnung ist genau, von der Lage der

beide einander in dieser Axe schneiden [1]). Endlich müssen beide Fernröhre in Microscope umgewandelt werden können. Diesen Erfodernissen zu entsprechen, dienen folgende Einrichtungen:

a) Die horizontalen Fäden werden in einen Ring befestigt [2]), welcher durch zwei Schrauben aussen an den Fernröhren etwas gedreht und verschoben werden kann. Unmittelbar an diesem Ringe ist für den verticalen Faden ein ähnlicher Ring, welcher durch zwei andere Schrauben dieselben Bewegungen hat, so dass dieser Faden jene stets genau berührt, jedoch dieser sowohl wie jene unabhängig bewegt werden können. — Da die genaue Lage des verticalen Fadens gegen die horizontalen mehr bequem zur Berichtigung der Gesichtslinie als streng nothwendig ist, so kann man auch alle Fäden in einen Ring einziehen; dieser muss aber alsdenn doch zwei Bewegungen, nehmlich zum Verschieben seitwärts für die Berichtigung der Gesichtslinie und zum Drehen für die der horizontalen Fäden haben. In diesem Falle statt des Ringes mit Fäden eine Glasplatte mit geätzten Linien zu brauchen, möchte bei dem oft schwachen Reflex von Krystallflächen nicht räthlich seyn.

b) Da die Gesichtslinie des einen Fernrohrs im

Fäden gegen die Horizontal-Ebene unabhängig und in der Folge nöthig; hier sind jedoch der Kürze wegen, weil bei der gegenwärtigen Lage des Instruments die der Theilung parallelen Fäden stets horizontal und die anderen stets wenigstens nahe in einer verticalen Ebene sind, jene die horizontalen, diese die verticalen Fäden genannt.

1) Dieses Schneiden in A ist strenge genommen nur für die matten Krystalle nöthig, für die Messung der spiegelnden mittelst unendlich entfernter Objecte genügt ein Schneiden nahe bei der Axe, oder auch ein nahes Vorbeigehen.

2) Fig. VI, Durchschnitt des Fernrohrs.

Grunde schon die des anderen völlig bestimmt, so wird diese Beweglichkeit der Fadensysteme nicht hinreichen, völlig den angegebenen Erfodernissen zu entsprechen. Der übrig bleibende Fehler ist aber bei gehöhriger Arbeit nach der Note 1 auf v. S. für die spiegelnden Krystalle ganz unschädlich, und überdiess, wenn man will, dadurch ganz wegzuschaffen, dass man an jedem der Ringe, welche die Fernröhre nahe an den Objectiven umgeben, zwei Schrauben einander gegenüber anbringt, welche an dem einen eine der Axe A parallelle, an dem anderen aber eine darauf senkrechte Verschiebung bewirken. Ist dieses geschehen, so ist

c) die Umwandlung der Fernröhre zu Microscopen [1]) durch Einschrauben besonderer Objective am einfachsten zu bewerkstelligen, im entgegengesetzten Falle aber es räthlicher, 2te bewegliche Objective in besonderen Aufsätzen [2]) zu den vorigen hinzuzufügen. Diese Aufsätze bestehen aus einer Hülse, welche hinten zwischen $\alpha\ \beta\ \gamma\ \delta$ genau auf den oberen glatten Rand des zugehörigen Fernrohrs passt, und vorne bei $\beta\ \gamma\ \varepsilon\ \zeta$ das zweite Objectiv umschliesst, dessen Brennpunkt in der Axe A liegt, so dass man im Fernrohre, ohne das Ocular und Fadensystem zu verschieben, durch die beiden Objective einen in A befindlichen Gegenstand deutlich sieht. Um dieses zweite Objectiv gehörig zu stellen, sitzt dasselbe in zwei Ringen $\varrho\ \varrho'$ [3]); der äussere ϱ passt

---

1) Dass diese durch Ausziehen der Oculare nicht füglich gechehen hönne, bedarf keiner Auseinandersetzung.

2) Fig. II. $\alpha\ \beta\ \gamma\ \delta\ \varepsilon\ \zeta$; Fig. I. zeigt die Fernröhre ohne diese Aufsätze.

3) Fig. VII, welche gleiche Buchstaben mit Fig. II. hat. In beiden Figuren sind aus Versehen Fehler eingeschlichen, die sich später nicht füglich ändern liessen. Nehmlich in Fig. II. sollte vor dem erhabenen Rande $\varepsilon\ \zeta$ noch ein Theil des äusseren Ringes ϱ sichtbar, und auf diesem die Schraube

genau in die innere Höhlung der eben genannten Hülse, und wird darin durch einen kleinen Absatz bei $\beta\ \gamma$ und den Rand $\varepsilon\ \zeta$ gehalten, so wie er durch zwei nach innen vorspringende Ränder den inneren, die Fassung des zweiten Objectivs bildenden, Ring ϱ', welcher durch die, in kleine Vertiefungen auf ihm selbst passende und ihre Muttern in dem äussern Ringe habende, Schrauben η getragen wird, vor dem Ausgleiten sichert; überdiess tragen zwei Ansätze auf der Hülse zwischen β und ε eine Schraube ohne Ende ϑ, welche durch eine unter ihr gelassene Oeffnung in der Hülse in vertieft liegende Riefen auf dem Umfange des Ringes ϱ eingreift, und diesen um die Axe des Fernrohrs sanft zu drehen dient, weshalb die zu beiden Seiten dieser Riefen am Umfange von ϱ bleibende Ränder, und die von ihnen unmittelbar berührte innere Höhlung der Hülse gut polirt seyn müssen. Mit dieser Vorrichtung geschieht nun die Berichtigung in der Stellung des zweiten Objectivs so, dass man einen Krystall auf die unberichtigte Gesichtslinie einstellt, dieses Objectiv mit der Schraube ϑ eine Wendung um 180° machen lässt, und von dem Fehler, welcher sich alsdann zeigt, die eine Hälfte an dem Krystallhalter, die andere hingegen, so wie den Fehler, welcher sich nachher bei Drehungen um 90° und 270° ergiebt, mit den Schrauben η berichtigt [1]).

η bemerkt seyn; ferner sollten in Fig. VII. die Schrauben η bis auf den Ring ϱ' gehen, und die Schraube ϑ sammt Zubehör nicht auf diesem sondern auf den äussersten, den vorderen Rand $\varepsilon\ \zeta$ des Aufsatzes bezeichnenden, Kreisen stehen, und daher in Fig. II. nicht auf den Aufsatz $\alpha\ \delta\ \varepsilon\ \zeta$, sondern etwas über denselben zwischen β und ε gezeichnet seyn.

1) Eine andere Berichtigungs-Methode für diese und die besonderen Objective unten §. 8.

Diese Vorrichtung erfüllt ihre Absicht, weil durch sie die optischen Axen der beiden zweiten Objective in eine die Axe A rechtwinklich durchschneidende Linie gebracht werden können, und weil diese Objective, indem sie die von dem Durchschnitts-Punkte in A ausgehenden Strahlen in parallele (und zwar zu dieser Linie) verwandeln, diesen Fall auf den mit Strahlen unendlich entfernter Objecte zurückführen. Uebrigens werden die Fernröhre bei dieser Vorrichtung zwar wohl etwas weniger wandelbar als bei der oben bei b) erwähnten dafür ist diese erstere aber auch weit einfacher als die letztere unter c) angegebene.

4. In Betreff der Stärke der Fernröhre möchten wohl Objective von 12 bis 15 Linien Oeffnung und 6 bis 8 Zoll Brennweite, je nachdem die Kreise 8 bis 12 Zoll Durchmesser haben, und Oculare von $^1/_2$ bis $^1/_4$ Zoll Brennweite am dienlichsten seyn. Für den Gebrauch als Microscope ergiebt sich die Stärke der Objective aus dem ebengesagten, da auch, wenn man dazu ganz besondere Objective anwendet, diese wenigstens nahe die Stärke der doppelten haben müssen.

Auch ist es gut, wenn an den Fernröhren Oeffnungen zur Seite nebst Spiegel zur Erleuchtung der Fäden bei Nacht, und feine Bewegungen der Fadensysteme und Oculare für das Stellen zum deutlichen Sehen angebracht sind.

III. Die beiden Kreise.

4.

1. Mit der Platte *C* ist, wie oben bemerkt, durch die Hülse *H* der äussere Kreis *E* verbunden, auf welchem die 4 Verniers am besten angebracht werden, weil dieser seltener als der innere gedreht wird, die Verniers folglich gewöhnlich dieselbe bequeme Lage für das Ablesen behalten, zu welchem Ende an einer, auf einem kleinen Zapfen an der Axe *A* drehbaren Stange

zwei Loupen angebracht sind, von denen jedoch in Fig. I. nur eine angegeben ist.

2. Der innere Kreis, welcher auf der Axe AA' festsitzt, und ganz in den äussern versenkt ist, wird alsdann die Theilung in Grade etc. haben müssen. Bei einem Durchmesser von 7 bis 8 Zoll kann man mit Hülfe der Nonien leicht eine Theilung von 10 zu 10 Secunden, und bei 10 bis 12 Zoll von 4 zu 4 Secunden erhalten.

In Betreff der Verbindungen der Kreise ist die des äusseren Kreises und ersten Fernrohrs mit dem Fusse bereits oben (3. 1.) angegeben, und daher hier zuerst

3. die des äusseren Kreises mit dem Krystallhalter zu erwähnen. Sie geschieht durch die Micrometerschraube M^{III}, welche ihren Stützpunkt an der Platte C hat, und deren Klemme den vorstehenden Rand B^* fasst.

4. Die Verbindung des inneren Kreises mit dem Krystallhalter besteht aus zweien concentrischen Ringen G, g, deren äusserer G mit dem oben (2. 1,) beschriebenen viereckigen Rahmen R theils unmittelbar, theils durch besondere Platten (Fig. II.) verbunden ist, und in seiner inneren Höhlung eine Schraubenmutter hat, in welche die auf dem äusseren Rande des inneren Ringes g befindliche Schraube eingreift. Lezteren kann man mit einem Schlüssel, welcher in kleine Vertiefungen darauf eingreift, herumdrehen, und ihn so gegen die Platte LL' drücken, welche auf der stählernen Axe A befestigt ist, auf die angezeigte Art einen völlig senkrechten gleichförmigen Druck gegen die Platte B des Krystallhalters erhält, und dadurch mittelst Pressung zwischen dieser und dem erwähnten inneren Ringe festgehalten wird. Eine gewöhnliche Pressschraube würde schiefen oder vielleicht einseitigen Druck verursachen, und dadurch die Concentricität des Krystallhalters und äusseren Kreises mit dem inneren Kreise und dessen Axe stöhren. Selbst zwei diametral einander gegenüberste-

hende Druckschrauben würden dieses thun, wenn sie nicht völlig gleich angezogen werden. Eine Klemme mit zwei beweglichen Platten würde diesen Fehler zwar nicht erzeugen, aber einen auf L senkrechten Rand erfordern, und dieser den Gebrauch der Libelle hindern, auch eine solche Klemme nicht die gehörige Festigkeit haben. Der Ring g lässt mit einigem Zwischenraume die Axe A durchgehen [1]), auf deren Vorsprung ein Spiegel bei der Messung der spiegelnden Krystalle gesezt wird. Um aller schraubenartigen Windung sowohl der Axe A als der Hülse h bei der Messung grosser matter Krystalle zu begegnen, ist der innere Kreis sammt dessen Vorsprung an zwei diametral einander gegenüberstehenden oder besser an dreien, ein gleichseitiges Dreieck bildenden, Punkten durchbohrt, und eben so viele cylindrische oder etwas konische Vertiefungen hat die Hülse $h\,h$ bei $h'\,h'$, in welche, wenn der innere Kreis gegen den Krystallhalter seine Lage nicht ändern soll, genau passende stählerne Zäpfchen gesteckt werden, worauf dann die Schraube des Ringes g angezogen wird.

5. Der innere Kreis erhält seine feine Stellung durch die Mikrometerschraube M^{IV}, welche ihren Stützpunkt an einer kleinen Stange x am Fussgestelle [2]) und ihre Mutter in einer mit dem Kreise verbundenen Stange y hat. Letztere umschliesst mit einer etwas ovalen Oese den am Kreise befestigten Vorsprung Φ, an welchen diese durch die Pressschraube ψ festgedrückt werden kann [3]).

---

1) Hierdurch ist Fig. II. noch ein Theil der Platte L sichtbar. Die Ringe und Platten $G\,g$ sind aus Versehen Fig. I. um etwas zu dünne angegeben.

2) Siehe Fig. IX, punktirt.

3) Ausser diesen dreien und den beiden im §. 3 angebenen Verbindungen würde die unbegrenzte Wiederhohlung des doppelten Krystall-Winkels noch eine Verbindung des Fernrohrs D'

6. Zum Horizontalstellen der Axe AA' ist eine Libelle N zum Hängen oder Aufstecken vorhanden. Für eine Hänge-Libelle ist erfoderlich die Haken davon trennbar zu machen, indem man diesen auch unten die Vförmige Gestalt giebt, um die eigentliche Libelle hineinzulegen.

7. Bei der Messung der spiegelnden Krystalle wird an das Ende A der Axe AA' ein Spiegel befestigt, dessen Ansicht von oben Fig. VIII A., dessen Durchschnitt Fig. VIII B. darstellt. Die Axe A umschliessen nehmlich zwei Ringe ϱ ϱ', von denen der letztere in der von dem Ringe g gelassenen Oeffnung liegt, und eine Stange σ trägt, welche durch den Ring ϱ geht. Von letzterem laufen ferner zwei Stängelchen σ' σ'' aus, welche in kleinen Oesen zwei von den Spiegel Σ ausgehende Häckchen tragen. Hiedurch kann man dem Spiegel mit der Schraube π eine kleine Bewegung geben, und der Verlängerung der Axe A parallel stellen.

Eine Ansicht der Platte ϱ, welche durch die Schraube χ an die Axe A befestigt wird, stellt Fig. VIII* vor. Sollte der Spiegel durch diese 3 Stangen nicht hinlängliche Festigkeit erhalten, so kann man (Fig. VIII C.) von dem Ringe ϱ, eine, die Axe A völlig umschliessende Hülse auslaufen lassen, welche mit den Schrauben χ' an die Platte L (siehe oben 1. 4.) befestigt wird. Die eben erwähnte Hülse trägt vorne den Spiegel an drei kurzen Stängelchen auf die Art, wie die Zeichnung dieses nachweist. Diese Hülse hat aber den Nachtheil, dass die Libelle N alsdann nicht unmittelbar auf die Axe gebracht werden kann, welches je-

---

mit dem inneren Kreise und eine zwischen den beiden Kreisen fordern. Da diese Wiederholung aber, wenn sie nicht mit Schwierigkeiten verknüpft seyn soll, noch andere Abänderungen an dem Instrumente erheischt, so wird davon überhaupt im zweiten Abschnitte (20.) geredet werden.

doch die erstere Vorrichtung Fig. VIII A und B durch den Zwischenraum der Ringe ϱ und ϱ' vollkommen gestattet. Ist diese zweite Vorrichtung durchaus nöthig, so muss bei ihrem Gebrauche ein Ring von gleichem Durchmesser mit der erst erwähnten Hülse auf das andere Ende A' der Axe gesteckt werden, damit man die Libelle gehörig umhängen könne. Die Concentricität dieses Ringes mit der Axe A lässt sich durch Umdrehen desselben prüfen.

IV. Vorrichtungen zur Sicherung der Lage der einzelen Theile und des ganzen Instruments, oder Balancirung und Fussgestell.

5.

Obgleich einzele Theile sich schon von selbst ganz oder theilweise balanciren, und das Fussgestell auf der Seite des Uebergewichtes von dem ganzen Instrumente besonders stark und unwandelbar eingerichtet ist, so ist es doch vielleicht erforderlich oder nützlich, das noch fehlende Gleichgewicht an einzelen Theilen ganz herzustellen, und diess hier kurz anzudeuten.

1. Es ist oder es kann doch sehr leicht der äussere Kreis mit der Platte C und der innere Kreis mit der Platte L in das Gleichgewicht gebracht werden, wonach bei jenen beiden nur das Uebergewicht und das Drehungs-Moment des Fernrohrs D und seiner Arme übrig bleibt. Um beides ganz zu heben, kann man an die Platte C zwei krumme Arme mit Gegengewichten so anbringen, dass sie in der Lage dieser Platte, welche Fig. I darstellt, nach unten gekrümmt, und gerade unter den unteren Zapfen z erscheinen, folglich ein dem Fernrohre D diametral gegenüberstehender Punkt auf der Platte C mitten zwischen diesen Armen liegen würde, und beide Gegengewichte zusammen das Fern-

rohr sammt seinen Armen balanciren [1]). Diese Massen streben zwar sämmtlich, die Platte C unten zurück zu drücken, diess lässt jedoch die Strebe X nicht zu, die auch dadurch das Uebergewicht vermindert, welches aber auch ganz durch Gegengewichte oder grössere Masse am äusseren Kreise gehoben werden kann.

2. Das Uebergewicht des Fernrohrs D' lässt sich leicht durch eine bey ψ' an dessen Arm angebrachte, und nach den Kreisen zu gekrümmte Stange mit einem Gegengewichte heben [2]); das Drehungsmoment aber, welches diess Gewicht, das Fernrohr und sein Arm in gleichem Sinne ausüben, und das, wenigstens in Bezug auf die Axe AA', zu vermindern, der Bogen χ bestimmt ist, lässt sich nur durch ein Gegengewicht an einer dem Arme von D' diametral gegenüberstehenden Stange vernichten, zu welchem Ende denn Stützen wie bei Theodoliten an die Stelle der Stütze F kommen müssen, welches einige Veränderungen am Fussgestelle, damit man das erste Fernrohr ganz herumdrehen könne, fodert (6. 2.). Verlangt man für die spiegelnden Krystalle nur die Messung mittelst des Spiegels Σ, so kann das Fernrohr D' an der Platte C fest bleiben, so dass statt der genannten Gegengewichte die beiden Fernröhre sich einander in Bezug auf das Drehungs-Moment balanciren, und ihr Uebergewicht nach der Seite des Krystallhalters durch Gegengewichte an dem äusseren Kreise gehoben werden kann.

3. Die meiste Schwierigkeit macht der Krystallhal-

---

1) Wenn hierbei ein Conflict mit der Klemme der Micrometerschraube M'' entstehen sollte, so darf man diese Klemme nur etwas kürzer und dafür breiter, oder die Platte C um einige Linien grösser machen.

2) Man übersieht sehr bald, dass aus mehreren Gründen das Uebergewicht des Fernrohrs D nicht auf diese Art zu heben ist.

ter rücksichtlich des Uebergewichtes, da sein Drehungs-Moment sich durch solche Gewichte, wie sie bei dem horizontalen Goniometer Fig. XV zum Balanciren dienen, zerstören liesse. Das Uebergewicht hat für die spiegelnden Krystalle wenig Nachtheil, weil es dabei nie nöthig ist, den Krystallhalter zu drehen; für die Messung der matten Krystalle wird er aber mit dem inneren Kreise verbunden, und lässt sich in dieser Verbindung durch eine alsdenn in den Vorsprung Φ zu setzende Bleimasse, und zwar sowohl mit als ohne die Gewichte zur Beseitigung des Drehungs-Moments, balanciren; jedoch bleibt in letzterem Falle noch das schädliche Drehungs-Moment. Ohne diese Verbindung würde sich der Krystallhalter nur durch eine Bleiplatte, welche man auf seiner Hülse $h\,h'$ in einem dazu zwischen den Kreisen, und hauptsächlich in dem äusseren, gelassenen Raume anbrächte, balanciren lassen.

6.

Was nun ferner das Fussgestell betrifft, so hat dasselbe folgende Einrichtung:

1. Um die Axe A der unten anzugebenden horizontalen Bewegung parallel stellen zu können, besteht:

a) die Oese O aus 2 concentrischen Ringen, von denen der innere Ω aussen, der äussere Ω' innen sphärisch abgedreht ist, wie deren Durchschnitte Fig. V und Fig. I zeigen. Ω umschliesst ganz genau die Hülse H, und hat 2 stählerne cylindrische Zapfen ζ (Fig. I und V), welche durch genau passende Oeffnungen in Ω gehen. Die erforderliche Bewegung wird nun durch die Schraube λ bewirkt, deren Mutter an dem Ringe Ω' festsitzt, und welche gegen den Arm drückt, der von dem inneren Ringe Ω ausgeht, und die Micrometerschraube M^1 trägt.

b) Entsprechend der durch λ hervorgebrachten Bewegung ist die, welche die Schrauben λ' λ'' bewirken,

indem die eine von oben, die andere von unten eine Platte gegen die Hülse *H* drückt.

Die Vorrichtung zur Berichtigung der horizontalen Axe, welche man bei den Theodoliten und Passagen-Instrumenten findet, dürfte bei dem bedeutenden Gewichte dieses Instruments leicht den Nachtheil erzeugen, dass sich die Hülse *H* auf der Kante der Oese *O* etwas abriebe, und ihre Cylindricität verlöre, weil diese Hülse durch das Uebergewicht des Instruments nach der Seite des Krystallhalters besonders leidet. Ist daher die Balancirung nach dem vorigen § vollständig bewirkt, so kann statt der obigen die gewöhnliche Einrichtung bei Theodoliten, allenfalls mit einigen kleinen Abänderungen, angewandt werden.

2. Der Fuss *F* ist wegen der Libelle ausgebogen, wie Fig. II und V es zeigen, und wird deshalb durch die Streben *f f' f''* unterstützt [1]). Er endigt sich in einer Platte *P*, welche, um dem Fernrohre *D* eine volle Umwendung zu gestatten, nach der der Axe *A* parallelen Richtung conisch, nach der darauf rechtwinklichen (nämlich an den Füssen *F* und *f*) aber cylindrisch geformt ist, wie sich diess aus der Verbindung der Figuren I, II, V und IX ergiebt, welche letztere eine Ansicht dieser Platte von oben, wenn man sich den Fuss und die Streben darauf weggeschnitten denkt, vorstellt [2]). In die Platte *P* ist ein starker,

---

1) Die Libelle wird man mit einer etwas vorsichtigen Wendung sehr gut zwischen *F* und *f* durchstecken können.

2) Sieht man sich, um das Drehungsmoment des Fernrohrs *D'* ganz zu zerstören (5. 2) oder aus anderen Gründen veranlasst, statt der Stütze *F* die bei den Theodoliten gewöhnlichen Böcke anzuwenden, so muss die Platte *P*, ihren unteren Rand *r* ausgenommen, vierekt, und zwar in der Richtung *f F* Fig. IX ohngefähr $1\,^1/_4$ ihres unteren Durchmessers lang, in der Breite diesem Durchmesser unten gleich,

runder eiserner Zapfen geschweisst, der unten in der Platte P'' viereckig zuläuft, und unter ihr in einer Schraube mit der Mutter V sich endigt, wodurch das ganze übrige Instrument

3. an die Platte P', von welcher die 3 Füsse u ausgehen, befestigt, und in ihr drehbar ist. Diese Drehung geschieht durch die Schraube ohne Ende ξ, welche in die im vorstehenden Rande τ der Platte P befindlichen Riefen eingreift. Das die Schraube ξ tragende Aermchen α kann, wenn man die dasselbe herunterdrückende Feder (siehe Fig. I.) zurückbiegt, etwas gehoben, und dadurch die horizontale Drehung ganz frei gemacht werden.

Wenn man den Rand τ mit der Platte P nicht aus einem Stücke macht, sondern denselben anschraubt, so kann man ihn, wie Fig. V. zeigt, in die Platte P eingreifen lassen, und dieser dadurch noch mehr Festigkeit geben.

4. Von der Platte P' laufen drei Füsse $u\,u'\,u''$ aus, welche auf den Schrauben s das ganze Instrument tragen, und zugleich zur Horizontalstellung der Platte P' dienen. Damit das erste Fernrohr, wenigstens bei einer Stellung des Instruments gegen die Füsse u (diese Stellung ist bei der Zeichnung gewählt), ganz herumgedreht werden könne, sind die zum Angriffspunkte bei dem Umdrehen der Schrauben s dienenden Platten t' unter, und nicht wie gewöhnlich über den Füssen u angebracht. Diese Schrauben sind in glatten cylindri-

---

und nach oben ablaufend gemacht werden, um dem ersten Fernrohre eine ganze Umwendung zu gestatten. Wollte man, um diess mit der Vergrösserung der Platte P zu vereinbaren, und dieser die runde Form zu lassen, die Axe AA' verlängern, so könnte dieses eine sehr nachtheilige Folge, nehmlich schraubenartige Windung dieser Axe bei der Messung, erzeugen.

schen Höhlungen der Füsse *u* drehbar, an diese durch die Platten *t* und *t'* befestigt, und haben ihre Muttern in einem dicken Brette, welches entweder mit Füssen versehen, oder mit Schraubenzwingen an eine Fensterbank oder einen Tisch befestigt werden kann. Letztere Einrichtung dient, um der Stellung des Instruments die gehörige Festigkeit zu geben, und gewährt den Vortheil dasselbe überall aufstellen zu können.

II. Berichtigungen [1].

A. Berichtigungen bei Messung der Krystalle mit Spiegelflächen.

7.

1. Gehöriger Stand des Instruments.

Nachdem dasselbe so gestellt, dass nach dem Augenmaasse die Axe im Fusse F senkrecht steht, und die Libelle angehängt ist, wird wie bei Aufstellung eines Theodoliten verfahren, nemlich der Ausschlag der Libelle in dieser Stellung und nach einer horizontalen Wendung um 180° bemerkt, die Hälfte der Differenz durch die Fussschrauben verbessert, und ebenso bei den horizontalen Wendungen um 90° und 270° so lange verfahren, bis die Libelle überall gleichen Ausschlag giebt.

2. Die Berichtigung der Axe *A* und der Libelle geschieht ebenfalls wie bei den Theodoliten, durch Umhängen derselben und Verbesserung des Fehlers zur

---

1) Die vorzüglichsten Berichtigungen sollen hier nur kurz angegeben werden, in der Folge, wie sie bei dem Goniometer angewandt werden müssen, um denselben gründlich und vollständig zu prüfen und zu berichtigen.

Hälfte an den Stellschrauben $\lambda\lambda'$ der Axe *A* und zur Hälfte an der Stellschraube der Libelle.

3. Berichtigung der Gesichtslinie.

Nachdem man sich durch Umdrehen der Platte *C* um 360°, ohne dass dabei die Blase der Libelle ihre Stelle verlässt, von der gehörigen Gestalt der Hülse *H* überzeugt hat, führe man beide Fernröhre so nahe als ihre Arme es gestatten, zusammen, und durch Verbindung der Bewegungen um F und A auf ein scharf begränztes, sehr entferntes, unbewegliches Object, z. B. den Polarstern (besonders in seiner grössten östlichen oder westlichen Entfernung vom Meridian), berichtige die Gesichtslinien so, dass, wenn das Bild des Objects in einem Fernrohre am Fadenkreutze erscheint, es blos einer Bewegung um A (und keiner um F) bedarf, um es auf das Fadenkreutz im anderen Fernrohre zu führen. Hierauf stelle man die Fernröhre einander diametral gegenüber, so dass die horizontalen Fäden sich decken. Geschieht diess alsdann auch von den verticalen Fäden oder doch von ihren Mitten, so sind die Gesichtslinien senkrecht auf A oder der Kreisebene parallel; wo nicht, so corrigire man an jedem Fernrohre die Hälfte des Fehlers, und wiederhohle den Versuch, bis sowohl in den einander möglichst genäherten Fernröhren das Bild des Objects sich durch eine blose Bewegung um A auf beide Fadenkreutze führen lässt, als auch diese sich in den einander gegenüberstehenden Fernröhren decken; alsdann ist, wie oben bemerkt, die Gesichtslinie, jedoch nur für die Messung der spiegelnden Krystalle mittelst der Bilder unendlich entfernter Objecte, als völlig berichtigt anzusehen. — Bleibt hiernach das auf das Fadenkreutz eingestellte Bild des Gegenstandes bei Drehungen um F ganz an dem horizontalen Faden, so ist auch dieser berichtigt, welches bei der Messung matter Krystalle nothwendig, für die der spiegelnden nützlich, und daher bei dieser Gelegen-

heit nicht zu versäumen ist. Auch ist es gut, wenn die verticalen Fäden eine eigene Bewegung haben, diese gleich zu Anfang auf ähnliche Art durch Drehung um die Axe A ganz vertical zu stellen.

4. Die Berichtigung des Spiegels besteht darin:

α) ihn mit der Axe A völlig parallel zu stellen, und

β) seinen *error indicis* zu kennen, d. h. zu wissen, was die Verniers angeben, wenn die Ebene des Spiegels mit der Gesichtslinie des ersten Fernrohrs parallel ist.

Zu α) In dieser Absicht richte man ein Fernrohr auf einen Gegenstand wie bei (3.), suche das Bild des Gegenstandes in dem (der Bequemlichkeit wegen ohngefähr horizontal gestellten) Spiegel, und sehe, ob es stets, sowohl bei einer Bewegung des Fernrohrs als des Spiegels um A, am verticalen Faden erscheint und bleibt. Geschieht diess nicht, so muss man es durch die Schraube π Fig. VIII bewirken.

Zu β) Man messe mit dem 1ten Fernrohre die Höhe eines Sternes, entweder mittelst eines Quecksilber-Horizonts, oder, wie bei einem Repetitions-Kreise, die doppelte Zenith-Distanz durch Drehen des Instruments um 180° um F. Hieraus erfährt man den Winkel des Fernrohrs mit dem Horizont, wenn dasselbe nach dem Bilde des Gegenstandes (Sternes) in einem horizontalen Spiegel gerichtet ist. Giebt man dem Fernrohre diese Richtung, (am besten durch wirkliches Visiren in einen Quecksilber-Horizont) und dem Spiegel Σ durch Drehung um A (ohne irgend eine andere Bewegung zu Hülfe zu nehmen) die einem Quecksilber-Horizont parallele Lage, d. h. dass das durch Σ reflectirte Bild genau am Fadenkreutze erscheint, so macht der Spiegel mit der Gesichtslinie offenbar einen dem eben angegebenen Winkel derselben mit dem Horizonte völlig identischen Winkel, nehmlich den der gemessenen Höhe. Die Differenz dieses Winkels und der Angabe der Verniers ist sodann der gesuchte *error indicis*.

5. Die verschiedenen Lagen, in welche innerer Kreis, Krystallhalter und äusserer Kreis bei diesen Berichtigungen kommen, dienen zugleich (besonders, wenn sie absichtlich vervielfältigt werden, so dass jeder Quadrant eines jeden dieser drei Kreise mit jedem Quadranten der beiden anderen bei dem Verfahren zur Berichtigung der Gesichtslinien einmal zusammen kommt) die Concentricität der Kreise und Cylindricität der Hülsen und der Axe zu prüfen.

6. Die Prüfung der Theilung mit den Verniers ist wie bei jedem anderen winkelmessenden Werkzeuge mit ganzen Kreisen und vier Verniers.

B. Berichtigungen bei Messung der Krystalle mit matten Flächen.

8.

Hierzu ist eigentlich nur nöthig:

1. gehörige Lage der Gesichtslinie, wie solche oben bei der Beschreibung (3. 3.) angegeben ist, und

2. dass das Instrument die so eben unter 5 und 6 erwähnten Prüfungen gut bestanden habe.

In Betreff der Gesichtslinien wende man, wenn zweite Objective zugesetzt sind, nach Berichtigung dieser Linien für die spiegelnden Krystalle, das oben (3. 3. c) angegebene Verfahren an, wonach dieselben in einer auf die Axe A senkrechten Ebene liegen, und diese Axe gehörig schneiden werden. Um diess auch noch auf eine andere Art, und bei Einsetzung besonderer Objective zu prüfen, lasse man den gehörig gestellten Krystall durch Drehung des Krystallhalters oder die Platte *C* sammt den beiden daran einander gegenüber befestigten Miscroscopen eine Wendung von 180° machen, und sehe, ob während und nach derselben die Krystallkante den horizontalen Faden verlasse. Ist

diess, so muss die Hälfte des Fehlers durch die Schrauben zur Stellung der horizontalen Fäden, die andere Hälfte durch die Schrauben v' und v'' nach der Lage des Krystalls gegen dieselben verbessert, und diess so oft wiederholt werden, bis bei jeder Drehung des Krystalls um A dessen Kante an dem horizontalen Faden in beiden Microscopen (und zwar am mittleren bei drei Fäden) unverrückt bleibe. Es versteht sich von selbst, dass man sich hierzu eines vollkommen scharfkantigen undurchsichtigen und wo möglich spitzwinklichen Krystalls bediene.

Sämmtliche Berichtigungen werden, wenn sie einmal ordentlich vollzogen sind, bei gehöriger Arbeit und Behandlung des Instruments in der Folge nur selten, und höchstens bei dem Uebergange von der Messung spiegelnder Krystalle zu der von matten, oder dem umgekehrten einer Prüfung und kleiner Nachhülfe bedürfen.

III. Messung der Krystalle.

A. Der Krystalle mit Spiegelflächen.

9.

1. Mit dem Spiegel Σ.

1. Der auf die Plättchen (2.6.) zwischen δ' und δ'' aufgekittete Krystall wird dem Augenmaasse nach so gestellt, dass die zu messende Kante der Axe A, und seine eine Fläche (die 1te Krystallfläche in der Folge genannt) der durch die Schraube w' (2. 4.) hervorgebrachten Bewegung parallel ist.

2. Hierauf wende man das Instrument um F, bis das zu benutzende Object (ein Stern oder die Sonne) am verticalen Faden des ersten Fernrohrs erscheint, indem man mit einer Hand letzteres auf den der ersten Krystallfläche ohngefähr parallel gestellten Spiegel Σ richtet,

und abwechselnd damit (zuletzt die Schraube ξ gebrauchend) diese Wendung macht, während dem man mit der anderen Hand den Krystallhalter leise festhält; nach vollendeter Richtung und Wendung ziehe man nun die Klemmschraube von M^{I} an.

3. Drehe man alsdann, wenn es nöthig seyn sollte, den Krystallhalter so, dass die von dem Sterne einfallenden parallelen Strahlen φx, $\varphi' x'$ [1]) zwischen den reflectirten $x\varrho$, $x'\varrho'$ liegen, und, wenn die Einfalls-Winkel ii' heissen, ohngefähr $cosi = 2\,cosi'$ ist [2]), worauf die Klemmschraube von M^{III} angezogen wird;

4. Suche man das durch die 1te Krystallfläche reflectirte Bild des zu benutzenden Gestirns mit den Schrauben v' v'' v''' w'' und w''' auf das Fadenkreutz des Fernrohrs zu bringen, so dass die zu messende Kante ohngefähr in der Gesichtslinie des Fernrohrs liegt, und das Bild seine Stelle am Fadenkreutze nicht verlässt, wenn man dem Krystalle auch mit der Schraube w' eine Drehung giebt [3]). Um sich zu überzeugen, ob während dieser Operation das Gestirn die unter 2

---

1) Fig. X *a* und *b*.

2) Diese Bedingungen werden bei einiger Vorsicht in der ersten Aufstellung (1.) schon in dieser erfüllt seyn; wo nicht, so wird doch diese Drehung durch eine kleine Wendung des Rahmens R''' um den Zapfen an der Platte *r*, nöthigenfalls mit Anwendung der Schrauben v' und v'', zu machen seyn.

3) Dieses geht leichter und schneller, wenn man das 2te Fernrohr als Microscop gebraucht, und damit die Krystallkante erst ohngefähr berichtigt, indem man sie in zwei Lagen desselben dessen horizontalen Fäden parallel stellt. Sollte der Krystall für die nachherige Messung zu weit excentrisch gestellt werden müssen, um dann noch in diesem Mieroscop sichtbar zu seyn, so kann man die Stellung damit erst vornehmen, und den Krystall hernach mit den Schrauben v' und v'' an den gehörigen Ort bringen.

Auch kann man zum ohngefähren Einstellen drei dünne

bezeichnete Ebene nicht verlassen habe, bedarf es nur eines Blicks auf das vom Spiegel zurückgeworfene und in jedem Falle leicht ins Fernrohr wieder zurückzuführende Bild des Gestirns; die grösste Bequemlichkeit gewährt in dieser Rücksicht der Polarstern, wenn die Krystallflächen ein scharfes und helles Bild desselben geben.

5. Nun führe man das von der 2ten Krystallfläche x' dem Spiegel zugeworfene und von diesem zum zweitenmale reflectirte Bild durch die Schrauben w' und die Micrometerschraube M^{IV} (letzteres natürlich, nachdem man die ohngefähre Stellung dem Spiegel aus freier Hand gegeben hat) ebenfalls auf das Fadenkreutz, so dass sich beide Bilder des Sternes decken.

6. Hierauf lese man endlich die Verniers ab; ihre Angabe weniger dem nach (7. 4, β) ermittelten Collimationsfehler oder *error indicis* ist der verlangte Winkel bei den Kanten über 90°, bei denen unter 90° dagegen dessen Complement zu 180°, oder: wenn K die zu messende Krystallkante, E den Collimationsfehler, N die Zahl von Graden und Minuten, welche der Anfangspunkt des 1ten Nonius auf der unmittelbaren Theilung des inneren Kreises abschneidet, und n', n'', n''' und n'''' die Zahlen von Minuten und Secunden, welche zu jener Zahl beziehungsweise der 1te, 2te, 3te und 4te

---

Parallelepipeden oder schmale in der Länge zu Kanten umgebogene Bleche von 1, $1^1/_2$ und 2 Zoll Länge rechtwinklich, so dass die Kanten die einer Würfelecke bilden, verbinden lassen. Legt man alsdann zwei derselben auf den Ring g oder G oder die Platte B, so werden alle längere Kanten des dritten parallel zu A seyn, man braucht daher jene beiden Theile, nur so auf eines dieser drei Stücke zu legen, dass eine Kante des dritten an die für die zu messende Kante erforderliche Stelle kommt, und letztere Kante jene ihrer ganzen Länge nach berühren zu lassen.

Nonius geben, bedeuten, so ist in Zeichen:

bei Kanten über 90°

$$K = N + \frac{n' + n'' + n''' + n''''}{4} - E \qquad \text{(I).}$$

bei Kanten unter 90°

$$K = 180° + E - \left(N + \frac{n' + n'' + n''' + n''''}{4}\right) \qquad \text{(II).}$$

Die Richtigkeit dieses Verfahrens ergiebt sich auf folgende Weise. Es sey (Fig. X *a* und *b*) xKx' ein senkrechter Durchschnitt des zu messenden Krystall-Winkels, und φx $\varphi' x'$ parallel einfallende Strahlen, ferner sollen die einmal reflectirten Strahlen $x\varrho$ und $x'\varrho'$, rückwärts ($x\varrho$ bis ϱ^*) verlängert, sich in dem Punkte ω schneiden, und $\varrho'\nu$ die ähnliche Verlängerung des zweimal reflectirten Strahles $\varrho'\varrho''$ seyn. Alsdenn ist der stumpfe und bei Kanten unter 90° überstumpfe Winkel

$$x\omega\varrho' = 2(180° - K); \qquad \odot$$

denn die Summe der beiden Winkel, welche die parallelen einfallenden Strahlen mit ihren Einfallslothen auf den Krystall-Ebenen machen, ist $180° - K$, und der genannte Winkel offenbar doppelt so gross, weil er die Summe der Einfalls- und der Reflexions-Winkel ist; ferner hat man den Winkel

$$\varrho^*\omega\varrho' = \pm(180° - x\omega\varrho') = \pm(2K - 180°),$$

wobei sich das obere Zeichen auf die Kanten über, das untere auf die unter 90° bezieht, und den Winkel

$$\Sigma\varrho'\varrho'' = 90° - \tfrac{1}{2}\,\omega\varrho'\varrho'' = 90° - \tfrac{1}{2}\,\varrho^*\omega\varrho',$$

weil die Strahlen $x\varrho$ und $\varrho'\varrho''$ nach dem unter 5. gesagten parallel sind; folglich ist der Winkel

$$\Sigma\varrho'\varrho'' = 90° \mp (K - 90°)$$

wonach sich für dessen Nebenwinkel $\nu\varrho'\Sigma$

bei Kanten über 90° . . . . $\nu\varrho'\Sigma = K$

bei Kanten unter 90° . . . . $\nu\varrho'\Sigma = 180° - K$

ergiebt; und diesen Winkel erhält man gerade aus dem

obigen Verfahren, weil der Collimationsfehler den Stand der Verniers angiebt, wenn die Ebene des Spiegels der eigentlichen Gesichtslinie oder den ihr parallelen Strahlen $\varkappa\varrho$ und $\varrho'\varrho''$ parallel ist. Die Endformeln für K bedürfen hiernach keiner weiteren Begründung, da sie übrigens denen bei dem Gebrauche mehrerer Verniers an anderen Instrumenten gewöhnlichen Formeln gleich sind.

Wendet man die Sonne an, so müssen Blend-Gläser gebraucht werden, besonders, wenn der Krystall gross ist. Diese werden am besten in einem kleinen vor das Objectiv zu steckenden Aufsatze verschiebbar angebracht, und von verschiedenen Farben genommen, wodurch die beiden Bilder sich leichter unterscheiden lassen, und wobei man für das zweimal reflectirte Bild eine schwächere Blendung nehmen kann.

Da man leichter den Rand als die Mitte des Sonnenbildes auf das Fadenkreutz einstellt, so ist es am besten, wenn man bei der Richtung (oben 2) das von dem Spiegel reflectirte Bild [1]) und hernach bei der eigentlichen Messung das von der 1ten Krystallfläche herrührende so einstellt, dass der obere Sonnenrand (der auch im Fernrohre wegen der Spiegelung oben erscheint) den Horizontalfaden in der Mitte berührt, und das Bild von der 2ten Krystallfläche von oben eintreten lässt; alsdann sind die beiden nächsten Ränder Bilder des oberen Sonnenrandes, und leicht mit grosser Genauigkeit in Berührung am Fadenkreutze zu bringen.

Der Hauptvortheil dieses ganzen Verfahrens be-

---

1) Bei Objecten, die als Punkte erscheinen, wie die Fixsterne, genügt es für die Richtung, wenn sie am verticalen Faden sind; hier ist die Berührung mit dem horizontalen Faden nur deshalb angerathen, um den obersten Punkt des Sonnenrandes oder ihren verticalen Durchmesser leichter zu finden, weil auf diesen das Instrument im Azimuth gerichtet werden muss.

steht darinn, dass keine schädliche Verrückung dabei nur einigermaassen zu befürchten ist, und es bei prismatischen vielkantigen Krystallen äusserst schnell zum Ziele führt, da man nur dem einmal gehörig eingestellten Krystalle, entweder mit Hülfe der Winkelbewegungen durch die Schrauben w', w'', w''', oder mit Hülfe der Wendung um den Zapfen an der Platte r (2.3), oder, wenn auch diess nicht hinreicht, mittelst Wendung des ganzen Krystallhalters (nach Lösung der Pressschraube an der Micrometerschraube M^{III} und hernach mit deren Hülfe) die erforderliche Drehung zu geben, und darauf den Spiegel durch die Micrometerschraube M^{IV}, wie die neue Kante es fordert, einzustellen braucht, um auch ihre Messung bis auf das Ablesen vollendet zu haben. Nur wenn die eine Kante unter, die andere aber über 90° ist, kann es erforderlich oder dienlich seyn, dem Instrumente, ehe die Messung der zweiten begonnen wird, eine Wendung von 180° um die Axe F, und hernach dem ersten Fernrohre und den Kreisen nach Lösung der Pressschraube ψ und der Micrometerschraube M^{I} und M^{III} die gehörige Drehung zu geben [1]), damit die Lichtstrahlen, wie unter (3) bemerkt, auffallen, und von dem Spiegel Σ nach dem Fernrohre reflectirt werden können. Die Vergleichung der Fig. X a und b wird diess noch mehr verdeutlichen. Die erstere soll die Messung einer stumpfen Kante in der Lage des Instruments von Fig. I., die zweite die einer scharfen Kante nach des Instruments Drehung von 180° um F darstellen.

---

1) Das sicherste Verfahren hierbei ist, erst dem Fernrohre und äusseren Kreise eine Drehung, bei welcher man die Pressschrauben von M^{I} und M^{III} los macht, zu geben, bis das Fernrohr die erforderliche entgegengesetzte Neigung hat, und hierauf nach Anziehung dieser und Lösung der Pressschraube ψ den inneren Kreis sammt Spiegel zu drehen.

Hiernach ist auch leicht einzusehen, dass nach dieser Drehung der Collimationsfehler um 180° grösser als vorher, also $= E+180°$ ist, wodurch für diesen Fall die Endformel für Kanten unter 90° wird:

$$K = 360°+E-\left(N+\frac{n'+n''+n'''+n''''}{4}\right) \quad \text{(III)}$$

in welcher die 360° nicht weggelassen werden dürfen, um keinen negativen Werth für K zu erhalten.

Sind mehrere Kanten an derselben Ebene zu messen, so wird man diese gleich mit der von der Schraube w' abhangenden Bewegung parallel stellen, und dem Fernrohre die erforderliche Neigung darnach geben, um hernach mittelst dieser Bewegung die Stellung des Krystalles für alle Kanten an der genannten Ebene zu erhalten.

Die Drehung des ganzen Instruments wegen Fortrückung der Sonne geschieht durch die Schraube ξ Fig. I.

10.

2. Messung ohne den Spiegel mit einem Fernrohre.

Nach Befestigung des inneren Kreises durch den Ring g(4. 4,) und des inneren Kreises durch die Schraube ψ, und nach den Stellungen, welche (9. 1 bis 4.) angegeben sind, lese man die Verniers ab, stelle darauf das Fernrohr auf die zweite Krystallfläche ein, so dass das von ihr reflectirte Bild am Fadenkreutze erscheint, also seine Gesichtslinie in die Richtung $\omega x'\varrho'$ fällt; und lese zum zweitenmal die Verniers ab; alsdann ist die Differenz der beiden Ablesungen $= 2(180°-K)$ nach Gleichung ⊙, indem das Fernrohr offenbar den Winkel $x\omega\varrho'$ beschrieben hat. Bezeichnet man daher die Resultate der Ablesungen wie oben (9. 6.), und unterscheidet beide durch Marken auf der linken Seite, so hat man

hiernach, wenn die erste Ablesung kleiner als die zweite ist,

$$K = \left\{ \begin{array}{l} 180 - \left(\frac{{}^2N - {}^1N}{2} \right) \\ - \left(\frac{{}^2n' + {}^2n'' + {}^2n''' + {}^2n'''' - ({}^1n' + {}^1n'' + {}^1n''' + {}^1n'''')}{8} \right) \end{array} \right\} \quad \text{(IV)}$$

wobei man durch Einstellen des ersten Vernier manchmal ${}^1N$ und ${}^1n'$ auf Null bringen kann.

In Betreff der Vergleichung dieses Verfahrens mit dem Vorigen hat dieses die beiden Vorzüge, dass das Bild von der zweiten Krystallfläche nicht durch doppelten Reflex geschwächt wird (weshalb bei sehr kleinen Krystallen dieses Verfahren anzurathen ist), und dass man dadurch den doppelten Winkel erhält; dagegen hat dieses Verfahren aber auch die beiden Nachtheile, dass man dabei keine Bürgschaft für den zwischen den beiden Einstellungen des Fernrohrs unverrückt gebliebenen Stand des Krystalls hat, und die Höhenänderung des angewandten Gestirnes in der Regel berücksichtigen muss. Die leichteste Art diess zu thun ist die, dass man nach dem zweiten Ablesen das Fernrohr wieder auf die erste Krystallfläche einstellt, zum drittenmale alle Verniers abliest, das arithmetische Mittel zwischen der ersten und dritten Ablesung, und zwar aus den Zahlen N und $n'+n''+n''+n''''$ besonders, nimmt, und diese Mittel für die Werthe von ${}^1N$ und ${}^1n'+{}^1n''+{}^1n''+{}^1n''''$ in der Formel IV gebraucht. Macht man die Messung nahe zu der Culminations-Zeit des angewandten Gestirns, so wird der Fehler, wenn man die Höhenänderung nicht berücksichtigt, meistens unbedeutend. Ueberhaupt lässt sich aber auch seine Grösse leicht bestimmen oder doch schätzen. Sey nehmlich φ die Polhöhe des Beobachtungs-Ortes, h die Höhe, δ die Declination und t die

Zeit nach der Culmination des Gestirns, so ist nahe [1])

$$\Delta h = -\frac{\cos\varphi\cos\delta}{\cos h}\left\{\sin(15t).15\Delta t + \frac{\cos(15t)}{206265}(15\Delta t)^2\right\}$$

und der Fehler in der Messung gleich $\frac{1}{2}\Delta h$, so dass der Winkel bei abnehmender Höhe zu klein, bei zunehmender zu gross gefunden wird. Nahe an der Culmination hat man

$$\Delta h = -\frac{0{,}0005454\cos\varphi\cos\delta}{\cos(\varphi-\delta)}t^2$$

wo t und Δh in Secunden ausgedrückt verstanden werden, also für t in Minuten ausgedrückt, der numerische Coëfficient sich in 1,96345 verwandeln würde. — Die obige Art, den Fehler ohne Rechnung zu beseitigen, oder doch unmerklich zu machen, setzt offenbar gleiche und kurze Zeitintervalle zwischen den beiden äusseren und der mittleren Beobachtung voraus, zu welchem Ende man vor der feineren Einstellung zu der wirklichen Messung die Stellung des Krystalls, so dass die Bilder von beiden Flächen an dem verticalen Faden erscheinen, berichtigen wird [2]).

11.

3. Messung mit beiden Fernröhren.

Die Messung des doppelten Complement-Winkels

---

1) Diese und die folgende Formel für Δh ergeben sich aus der Gleichung

$$\sin h = \sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos(15t)$$

und finden sich in den geodätischen Schriften z. B. Bohnenberger über geog. Ortsbestimmung §. 133.

2) Dass auch die Messung ohne Spiegel mit einem Fernrohre durch Drehung des Krystallhalters geschehen könne, ist von selbst klar; man verliert aber dabei den Vortheil des doppelten Winkels, und hat mehrere andere Nachtheile.

von K mit beiden Fernröhren würde eine Verbindung des inneren Kreises mit dem zweiten Fernrohre oder eine Drehung des Krystallhalters und ein Spiel der Schraube auf dem Ringe g während der Messung fordern; beides ist aber um so weniger räthlich als man mit geringerer Mühe den vierfachen Complement-Winkel erhalten kann.

Zu dem Ende mache man

1. nach Anziehung der Schrauben g [1]) und ψ die oben (9. 1. und 3) angegebene Stellung des Krystalls hier so, dass die zweite Krystallfläche der Bewegung durch die Schraube w' parallel, und die zu messende Kante ohngefähr in der Axe A ist, wonach stets soviele Strahlen des Gestirns an ihm vorbeigehen werden, dass in dem direct danach gerichteten zweiten Fernrohre dessen Bild lebhaft genug erscheint, um das Instrument im Azimuth gehörig mit der Schraube ξ zu richten.

2. Stelle man darauf mit Hülfe der Schrauben w'', w''' und M^{I} das erste Fernrohr auf die zweite, und danach mit Hülfe von w' und M^{II} das zweite Fernrohr auf die erste Krystallfläche ein, indem man nach jener Einstellung, ehe man letzteres bewegt, die Richtung des Instruments prüft, ferner, wenn sie und die Stellung des Bildes wenigstens am verticalen Faden zugleich richtig befunden sind, das zweite Fernrohr erst mit freier Hand an seine Stelle führt, und zuletzt die feinere Berichtigung abwechselnd an beiden Fernröhren macht, wobei man für jenes M^{I} und M^{III} in entgegengesetzter Richtung, für dieses aber M^{II} allein gebraucht.

3. Hiernach löse man die Klemmschraube von M^{I} und M^{III}, führe den äusseren Kreis sammt beiden jetzt damit verbundenen Fernröhren so weit in der Richtung

---

1) Zu noch grösserer Sicherheit können hierbei auch die Zäpfchen bei h' (4. 4.) gebraucht werden.

$D'FD$ Fig. II herum, bis das zweite Fernrohr nahe auf das Bild von der zweiten Krystallfläche gerichtet ist, bewirke dessen genaue Einstellung auf dieselbe, nach Anziehung der betreffenden Klemmschraube, mit M^{I} und, soweit es nöthig ist, mit ξ; befestige mit ψ' das zweite Fernrohr an den Bogen χ, und lese die Verniers ab.

4. Nun führe man nach Lösung der Klemmschrauben von M^{I} und M^{II} den äusseren Kreis sammt dem ersten Fernrohre so weit in derselben Richtung herum [1]) bis dieses nahe, und zuletzt nach Anziehung der gehörigen Klemmschraube mit Hülfe von M^{I} und nöthigenfalls von ξ genau auf das Bild von der ersten Krystallfläche eingestellt ist; prüfe danach noch einmal die unveränderte Stellung des zweiten Fernrohrs, und verbessere den Fehler in der Höhe durch M^{IV}, so dass in beiden Fernröhren die Bilder zugleich an den Fadenkreutzen erscheinen.

5. Hierauf lese man zum zweitenmale sämmtliche Verniers ab; alsdann ist die Differenz zwischen beiden Ablesungen dem vierfachen Complementwinkel von K gleich, also in denselben Zeichen wie früher:

$$K = \left\{ \begin{array}{l} 180 - \left(\dfrac{{}^{2}N - {}^{1}N}{4} \right) \\ - \left(\dfrac{{}^{2}n' + {}^{2}n'' + {}^{2}n''' + {}^{2}n'''' - ({}^{1}n' + {}^{1}n'' + {}^{1}n''' + {}^{1}n'''')}{16} \right) \end{array} \right\} \qquad \text{(V)}$$

denn nach der Stellung (2) schliessen die beiden Gesichtslinien nach (9. Gl. ⊙) einen Winkel $= 2\,(180° - K)$ ein, und durch die folgende Operation (3) wird offen-

---

1) Hierzu muss das Instrument beim ersten Aufstellen ohngefähr die Stellung wie in Fig. 1 erhalten, damit bei dem Umdrehen das Fernrohr nicht mit den Füssen u collidire.

bar das erste Fernrohr um eben diesen Winkel von seiner Richtung nach den von der zweiten Krystallfläche zurückgeworfenen Strahlen und der früheren des zweiten weiter entfernt, so dass es, um in letztere Richtung zu kommen, einen Winkel $= 4(180-K)$ beschreiben müsste. Diesen Winkel wirklich zu beschreiben, verhindert nun zwar das befestigte zweite Fernrohr, allein dieselbe Stellung, welche, wenn diese Beschreibung geschehen wäre, die Verniers gegen die Theilung eingenommen hätten, erhalten sie offenbar auch, wenn das Fernrohr durch eine entgegengesetzte Drehung (um den Winkel $360°-4(180°-K)$) in diese Richtung der Strahlen von der ersten Krystallfläche geführt wird, wie unter 4. angegeben ist.

Dasselbe Resultat lässt sich auch durch Stellung der 1ten Krystallfläche parallel zu der Bewegung von w', Einrichtung des 1ten Fernrohrs auf diese und des 2ten auf die andere Krystallfläche, ferner Drehung der verbundenen Kreise und Fernröhre inder Richtung DFD', bis das 2te Fernrohr auf die 1te, und danach durch Fortbewegung des 1ten Fernrohrs allein in derselben Richtung, bis es auf die 2te Krystallfläche einsteht, erhalten, wobei das erforderliche Spiel der Schrauben nach dem Vorhergehenden sich leicht ergiebt. Man erhält hierbei ${}^2N > {}^1N$, wenn die Theilung in der Richtung $D'FD$, bei dem zuerst angegebenen Verfahren aber, wenn sie in entgegengesetzter, nehmlich in der von DFD', lauft.

Diese Verfahren sind freilich etwas weitläufiger als die beiden vorhergehenden, dagegen haben sie aber auch beinahe die vierfache Genauigkeit des ersten so wie die doppelte des zweiten, und gegen letzteres auch noch die Vortheile, dass man keine Berücksichtigung der Hohenänderung des Gestirnes dabei nöthig hat, weil die Einstellungen auf die beiden Krystallflächen gl chzeitig geschehen, und dass sie aus eben diesem Grunde

auch grössere Bürgschaft für eine schädliche Verrückung des Krystalls oder Instruments gewähren. — Durch die Gegenwart zweier Beobachter werden diese Verfahren sehr beschleunigt.

Schliesslich ist noch zu bemerkən, dass, wenn es nicht auf die absolute Grösse des Krystallwinkels, sondern nur auf die Vergleichung mehrerer an demselben oder an verschiedenen Krystallen ankommt, der Gebrauch beider Fernröhre sehr leicht und schnell zu dem gewünschten Resultate führt. Man stellt nehmlich zu dem Ende die beiden Fernröhre auf die Flächen des einen Krystallwinkels ein, bringt hernach eine der Flächen des anderen Winkels mittelst des von ihr reflectirten Bildes in die Lage einer der vorigen Flächen, und sieht, ob zugleich das von der anderen Fläche des zweiten Winkels reflectirte Bild in dem anderen Fernrohre über, auf oder unter dem Fadenkreutze nach den erforderlichen Bewegungen erscheint, also der zweite Winkel grösser, gleich oder kleiner als der erste ist. Im allgemeinen wird es dabei am zweckmässigsten seyn, die Winkelbewegungen für die beiden ersten Krystallflächen mit den Schrauben w'' und w''' und die Einstellung im ersten Fernrohre mit M^{I} zu machen, wonach für die Einstellung der zweiten Krystallflächen in dem zweiten Fernrohre w', und bei dem ersten Winkel M^{II} anzuwenden ist. Auch kann man, wenn die Neigungs-Ebenen beider Winkel in einer Ebene liegen, die Einstellung bei dem zweiten Winkel durch blose Drehung der Platte C sammt beiden Fernröhren und allenfalls des Krystallhalters bewirken, und an diesem leicht noch andere passende Wendungen und Stellungen nach den besonderen Umständen auffinden.

B. Messung der matten Krystalle.

12.

Es seyen ω und ω' in Fig. XI. die (entweder ganz

besonderen oder aus zugesetzten und denen der Fernröhre bestehenden) Objective und $D\,D'$ die Fadenkreutze der ebenso bezeichneten Microscope, so wird sich an den Fäden, wie oben (3. 3. c.) bemerkt ist, ein in der Axe A befindlicher Gegenstand abbilden, folglich auch umgekehrt von jedem Fadensysteme in der Axe A sich ein deutliches Bild zeigen, und man daher in dem einen Microscop die Durchschnittspunkte der Fäden des anderen gerade auf der zu messenden Kante des Krystalls K erblicken, wenn sich diese in A befindet, und die beiden Gesichtslinien eine gerade Linie bilden. Man wird also unter diesen Umständen, wenn $\mu\nu$ die vereinte Gesichtslinie ist, in den Ocularen $o\,o'$ die Punkte $\mu\ \nu$, so wie die ganzen horizontalen Fäden und die zu messende Kante zugleich deutlich und sich denkend, dagegen jeden höher oder tiefer liegenden Punkt der Fadensysteme z. B. μ' und μ'' in a' und a'' oder in ν' und ν'' erblicken, vorausgesetzt, dass kein Körper in a' oder a'' alle Lichtstrahlen auffängt. Sichtbar und helle wird demnach noch μ in ν und umgekehrt ν in μ bleiben, wenn ein Theil der Gesichtslinie in die eine Ebene Ax des Krystalls fällt, weil alsdann der Krystall nur die Hälfte der Strahlen auffängt, deshalb aber auch das Bild von μ oder ν bedeutend an Helligkeit verlieren, wenn diese Ebene weiter aufwärts in die Lage Ax' kommt, weil sie jetzt auch die andere Hälfte von den der optischen Axe nächsten, folglich den optischen Gesetzen am meisten entsprechenden Strahlen auffängt [1]).

---

1) Die Abnahme an Helligkeit kann man nahe bis zum Verschwindeu bringen, wenn man an einer auf die Axe bei A zu steckenden Hülse eine dünne, und ohngefähr $^1/_2$ Zoll breite und in der Länge von A bis etwas über die Gesichtslinie hinausgehende senkrechte Glasplatte so anbringt, dass ihr längerer, vorn völlig eben geschliffener, Rand der Axe A parallel, und dicht über ihr und der gehörig eingestell-

Dagegen wird alsdann der Punkt x' über μ und ν [1]) und in o' die ganze obere Fläche des Krystalls gesehen werden, und dabei das von ihr nach o', wenn auch irregulär, zurückgeworfene Licht, während sie aus der Lage Ax' in die Ax gedreht wird, an Intensität zunehmen, bis es in der Lage Ax plötzlich verschwindet [2]).

Hiernach ist nun klar, dass sich

1) aus dem Decken der horizontalen Fäden und der Kante in A das Liegen der beiden Gesichtslinien in einer geraden Linie und die Lage der Kante in einer durch diese Linie und die Axe A oder durch diese und die horizonlalen Fäden gehenden Ebene ergiebt, so wie dass sich

2) aus den drei Merkmalen, (von welchen jedoch die beiden ersten schärfer als das dritte sind) nehmlich,

a) dem Erblicken des Punktes x in oder über $\mu\nu$:

---

ten Kante sich befinde. In diesem Falle wird nehmlich, so wie der hintere Theil x' der Krystalle sich hebt, von diesem und dem Rande der Glasplatte alle wirksamen Lichtstrahlen vom entgegengesetzten Microscop aufgefangen. Drei horizontale parallele und nahe Fäden werden auch dieses Erheben mehr bemerklich machen.

1) Dieser Theil der Krystall - Ebene liegt zwar strenge genommen nicht in der Weite des deutlichen Sehens, allein jedes Auge hat einen gewissen Raum, in dem es fast gleich deutlich sieht, und in dem Maasse als diess wegen Grösse der Krystallfläche hier weniger statt findet, in demselben Maasse wird auch der daraus entstehende Fehler unschädlicher. Ueberdiess reicht eine unmerkliche Verschiebung der Oculare hin den Punkt x' ganz deutlich zu sehen.

2) Besonders auffallend wird dieses Verschwinden und bei dem entgegengesetzten Drehen das erste Hervorbrechen des Lichtes, wenn auf die Linie $\mu\nu$ schräg das volle Tageslicht fällt. Ich habe es wiederholt an Feldspathkrystallen vom Fichtelberge und an hölzernen Krystallmodellen, also gewiss den mattesten Körpern, beobachtet.

b) dem plötzlichen Verschwinden des von der Krystallfläche *Ax* zurückgeworfenen Lichtes, und

c) der bedeutenden Abnahme an Helligkeit des Bildes von μ in o und von ν in o', wenn der Punkt x über $\mu\nu$ steigt,

die Lage des Punktes x in der Linie $\mu\nu$ erkennen lässt, und folglich sich

3) aus diesen beiden Angaben zusammen die Lage einer ganzen Krystallfläche in der durch die horizontalen Fäden und die Axe A gehenden Ebene, also auch diese Lage in Bezug auf Theilung und Verniers mit Bestimmtheit ergiebt.

Wird daher die zu messende Kante in die Axe A, ferner ihre eine Fläche in die eben bezeichnete Lage, und nach gehöriger Drehung die andere Fläche in dieselbe oder eine um 180° verschiedene Lage gebracht, so muss diese Drehung im ersten Falle genau dem Winkel dieser Flächen oder dieser Kante, und im letzten dem Complemente dieses Winkels zu 180°, oder, wenn man die Richtungen der Drehung in beiden Fällen umtauscht, beziehungsweise diesen Winkeln + 180°, wobei sich jedoch der endliche Stand der Verniers nicht ändert, gleich seyn.

13.

Die Messung selbst lässt sich nun auf mehrfache Art vollführen.

1te Art, durch Drehung des Krystallhalters.

1. Nachdem der Krystallhalter mit dem inneren Kreise durch die Zäpfchen bei h' und die Schraube g verbunden ist, stelle man das Instrument so, dass in der Richtung DD' Fig. II. das volle Tageslicht darauf falle, und bringe ohngefähr in eben dieser Richtung, wenn es nicht schon wegen der Berichtigungen geschehen

seyn sollte, die Gesichtslinien der Microscope durch Decken der Fadensysteme in eine gerade Linie [1]).

2. Hiernach wird der Krystall auf das Stängelchen $b\,b'$ Fig. I. befestigt, und die zu messende Kante dem Augenmaasse nach so in die Axe A gestellt, dass die beiden anliegenden Flächen unter ohngefähr gleichen Winkeln unter der Linie $\mu\nu$ liegen.

3. Zur feinen genaueren Stellung bewegt man

α. diese Kante mit den Schrauben v' v'' w'' und w''', bis sie genau an den horizontalen Fäden der beiden Microscope erscheint, und diese ihrer ganzen Länge nach berührt, wobei die Schraube v''' sowohl zur Prüfung, als um die schärfste Stelle der Kante an die Durchschnittspunkte der Fäden zu führen, dient.

β. Um zu sehen, ob die Kante mit der Axe A in der Ebene $\mu\nu$A einen Winkel mache, drehe man, den Krystallhalter in seiner Lage festhaltend, die beiden Fernröhre (ohne die Schraube M^{II} zu berühren) in eine ohngefähr senkrechte Lage, und zwar D' oben hin, sehe, ob die Kante auch nun noch an den horizontalen (der Axe A paralellen) Fäden erscheine, und verbessere den Fehler mit der Schraube w'' nach Anziehung der zugehörigen Druckschraube.

γ. Nun führe man die Microscope in ihre anfängliche Lage zurück, sehe, ob die Kante noch an den horizontalen Fäden erscheine, wiederhole nöthigenfalls das unter α und β angegebene Verfahren, und ziehe, wenn die Kante überall die gehörige Lage zeigt, die Pressschraube bei M^I und die am 2ten Microscope befindliche ψ' an.

Eine Drehung der Fernröhre und nicht des Krystalls ist zu dem Verfahren (β) dienlich, weil als-

1) Mit diesen Vorbereitungen, und zwar am besten vor der Stellung der Microscope, ist zu grösserer Genauigkeit die Anbringung der Gewichte zur Beseitigung des Drehungs-Moments des Krystallhalters und zu dessen Balancirung (5. 3,) zu verbinden.

dann eine Ebene stark beleuchtet, die andere aber im Schatten ist, und die gerade auf der Kante befindliche Grenzlinie derselben die Lage der Kante genau beurtheilen lässt,

4. Hierauf führe man durch Drehung des Krystallhalters und des durch die Schraube g mit ihm verbundenen inneren Kreises die eine Ebene ohngefähr in die Lage Ax' Fig. XI, und darauf mit Hülfe der Micrometerschraube M^{III} in der Lage Ax, lese die Verniers ab, verfahre, die Pressschraube bei M^{III} gehörig lösend und anziehend, ähnlich mit der anderen Ebene $A\lambda$, bis sie entweder auch in die Lage von Ax oder in die Lage $A\lambda'$ kommt, und lese wieder ab; dann wird dem obengesagten zufolge die Differenz der beiden Ablesungen in jenem Falle die Grösse des zu messenden Winkels, in diesem die seines Complements zu 180° seyn, also, wenn ${}^1N$, ${}^2N$ die Angaben des Index des ersten Verniers nach der unmittelbaren Randtheilung und die ${}^1n$, ${}^2n$ die Angaben der Verniers wie früher (9. 6.) bedeuten, und sich ${}^2N$ und ${}^2n$ jetzt auf die die grössere Zahl von Graden habende Angabe beziehen, in Zeichen seyn,

im ersten Falle

$$K = \left\{ {}^2N - {}^1N + \left(\frac{{}^2n' + {}^2n'' + {}^2n''' + {}^2n'''' - ({}^1n' + {}^1n'' + {}^1n''' + {}^1n'''')}{4} \right) \right\}$$

im zweiten Falle

$$K = \left\{ 180^\circ + {}^1N - {}^2N - \left(\frac{{}^2n' + {}^2n'' + {}^2n''' + {}^2n'''' - ({}^1n' + {}^1n'' + {}^1n''' + {}^1n'''')}{4} \right) \right\} \quad \text{(VI)}$$

Zur Genauigkeit der Einstellung von beiden Ebenen wird es dienen, wenn man diese durch beide Microscope nach dem bei a) und c) im vorigen § angegebe-

nen Merkmalen prüft, wozu man der grösseren Helligkeit wegen, entweder das Instrument zwischen zwei einander gegenüber stehende Fenster stellen, oder nach der Prüfung durch ein Microscop eine Wendung von 180° um F machen lassen muss. Auch ist es räthlich vor der feineren Stellung (3) die Schraube ψ anzuziehen, welche jedoch bei der Messung (4) selbst wieder zu lösen ist.

Oefter ist Wiederhohlung des gemessenen Winkels möglich, welche hier so wie überhaupt fodert, dass man, ohne Aenderung, des durch die erste Messung bewirkten Standes der Verniers gegen die Theilung, die Gesichtslinie wieder auf den zuerst einvisirten Gegenstand, hier die Ebene Ax, zurückführt. Diess kann 1) bei sehr spitzen und sehr stumpfen Kanten durch eine Drehung des Rahmens R''' (2. 3) nebst gehörigem Gebrauche der Schrauben v' und v'' (wodurch jedoch der Winkel nur wenige male wiederhohlt werden kann) und 2) bei Krystallen, welche nicht so schwer sind, dass sie die Zäpfchen bei h' (4. 4) erfordern, durch eine Drehung des Krystallhalters bewirkt werden, welche nach Anziehung der Schraube ψ und Lösung von g und M^{III} in entgegengesetzter Richtung von der bei der Messung selbst (4) und zuletzt (zur genaueren Zurückführung der Ebene Ax) nach Anziehung und mit Hülfe von M^{III} geschieht. Hierauf zieht man g wieder an, löst ψ, und stellt durch Drehung in derselben Richtung wie bei (4) und mit gehörigem Spiele von M^{III} die Fläche $A\lambda$ abermals auf die Gesichtslinie ein. Nach beliebiger Wiederhohlung dieser Operationen liest man zum zweitenmale die Verniers ab, wonach, wenn die Messung (einschl. der (4)) m mal vollzogen, dabei r mal die ganze Peripherie durchlaufen, und die übrige Bezeichnung wie oben ist, man hat:

$$K = \frac{r.360^\circ + {}^2N - {}^1N}{m} + \left\{ \begin{array}{l} \text{1) bei der Drehung um } K \text{ selbst} \\ \dfrac{{}^2n' + {}^2n'' + {}^2n''' + {}^2n'''' - ({}^1n' + {}^1n'' + {}^1n''' + {}^1n'')}{4m} \\ \text{2) bei der Drehung um das Complement} \\ K = 180^\circ - \textit{(dem Werthe von } K \text{ im 1ten Falle).} \end{array} \right\} \text{(VI b)}$$

Um während der Drehung des Krystallhalters den unverrückten Stand der Verniers gegen die Theilung zu sichern, ist es gut, vor und nach dieser Drehung einen Vernier abzulesen, und den Fehler durch M^{I} oder M^{IV} zu corrigiren, oder an dem inneren Kreise eine Klemme, welche den Rand des äusseren fasst und mit ψ gleiches Spiel hat, anzubringen.

14.

2te Art, durch Drehung der Microscope.

Diese Methode unterscheidet sich von der ersten nur dadurch, dass bei der feineren Stellung (13. 3) nur die Presschraube ψ, aber nicht die von M^{I} und ψ' angezogen werden, und dass die Einstellungen bei der Messung selbst (13. 4) durch Drehung des äusseren Kreises sammt den Microscopen und mit Hülfe von M^{I} geschehen. Je nachdem man zwischen beiden Einstellungen den äusseren Kreis dreht, erhält man offenbar auch hierbei entweder den Winkel K selbst oder dessen Complement, wonach denn auch die Endformeln (VI a) wie bei der ersten Art der Messung bleiben.

Wiederhohlung ist hier, wenn keine unmittelbare Verbindung zwischen den beiden Kreisen (13 a. E.) angebracht ist, nur durch Drehung des Rahmens R^{III} nach (13) möglich, in jenem Falle aber auch so, dass man nach der ersten Messung beide Kreise verbindet, die Pressschrauben g, ψ und die von M^{I} löst, mit einer Hand den Krystallhalter festhält, anfangs mit der anderen und zuletzt mit M^{III} die Microscope auf Ax zurück führt, die Pressschrauben g und ψ wieder anzieht, die von M^{III} aber so wie die Verbindung der Kreise löst, und nun $A\lambda$ durch Drehung in der früheren Richtung und mit M^{I} wieder einstellt, wodurch sich das Resultat wie oben (13) ergiebt.

Die beiden Messungsarten (13) und (14) mit einander verglichen, hat die 1te den Vorzug der Bequemlichkeit und einer etwas leichteren Wiederhohlung, die 2te dagegen den, der Gewichte (5. 3.) gar nicht zu bedürfen, und auch ohne diese, wenn nur, was oft schwierig ist, auf beide Flächen gehöriges Licht für die Messung sich bringen lässt, dieselbe und vielleicht mehr Genauigkeit als die erste Art gewähren zu können. — Wegen dieses Lichtes ist es bei sehr spitzwinklichen Kanten räthlicher, ihre Schärfe nicht nach oben (13, 3) sondern nach der Seite des Lichtes zu richten, wenn auch die Einstellung der Kante dadurch etwas schwieriger wird.

Zweiter Abschnitt.

Abänderungen des Goniometers unter speciellen Voraussetzungen.

I. Abänderungen an dem Krystallhalter.

15.

So wie man in den Umständen der Messung und den Forderungen Aenderungen eintreten lässt, so können solche auch bei dem Krystallhalter, und zwar sowohl rücksichtlich seiner selbst als seiner Befestigung statt finden.

Was zuerst den Krystallhalter selbst betrifft, so hat dessen frühere Einrichtung folgende Vortheile: α) für alle Krystalle von den kleinsten bis zu den grössten oder doch sehr grossen brauchbar zu seyn, β) bei deren Einstellung die einzelen Bewegungen unabhängig von einander vollziehen, und γ) die Befestigung des Krystalls in der Regel so machen zu können, dass für alle Winkel an derselben Fläche und öfter für viele an demselben Krystalle die Einstellung blos durch Anwendung einer der Winkelbewegungen oder höchstens mit Hinzuziehung der Parallel-Bewegungen zu bewirken ist [1].

1) Von den bisher bekannten Goniometern gewährt keiner diese

Giebt man diese Vortheile auf, so bieten sich mehrere Verfachungen dar.

a) Statt der ganzen oben (2) beschriebenen Vorrichtung werden für die beiden ersten Parallelbewegungen zwei Rähmchen [1]), denen R' und R'' ähnlich aber ohngefähr nur den vierten Theil so gross, construirt, von denen der erstere durch die Zapfen zz auf einem eben so grossen Plättchen befestigt ist, welches hinten eine ohngefähr $1/3$ Zoll dicke Schraubenspindel ζ hat, die in mehrere, auf der Platte B in verschiedenen Entfernungen von der Axe A befindliche, Muttern passt, wodurch dieser ganze Apparat näher oder entfernter von A, nachdem die Umstände es fordern, auf der Platte B befestigt werden kann.

Für die Winkelbewegungen erhebt sich auf der Mitte des Stücks m, (welches hier nicht länger als die Querstücke des Rahmens R'' zu seyn braucht) ein kurzer Kegel, dessen Spitze in die conische Vertiefung einer Platte π tritt, von deren 3 Armen jeder mit einem von m ausgehenden Arme durch eine Schraube verbunden ist, mittelst deren also diese Platte und die weiter damit verbundene Vorrichtung in jeder Richtung etwas gegeu m geneigt, und wobei das Ausgleiten der Platte

---

Vortheile, ausser der Bereithaupt-Studerische (Ann. d. Ph. LXVI. 1.) zum Theil den zweiten.

1) Fig. XII, in welcher so wie in den folgenden Figuren die lateinischen Buchstaben wenigstens ähnliche Bedeutungen wie früher haben. Statt der Rähmchen R′ und R″ hat der in voriger Note genannte Geniometer zwei, mit Schwalbenschwänzen versehene Platten; die Rahmen sind aber sowohl rücksichtlich des Gewichts als der Arbeit leichter, weil dabei alle übereinander hergleitende Theile auf der Drehbank, bei den Platten aber mit der Feile zu bearbeiten sind.

π leicht durch eine lose durch ihre Vertiefung in die Kegelspitze gehende Schraube verhütet werden kann. Auch übersieht man leicht, dass die Befestigung der Platte π an m mit einer Nuss geschehen könne, und alsdenn diese Einrichtung mit der bei den Messtischen zum Horizontalstellen ziemlich gleich sey [1]).

Zum Tragen des Krystalls dient ferner die kleine Stange σ, an welcher dessen unmittelbarer Träger $\varkappa$ durch eine Kopfschraube parallel zu A verschiebbar ist. Nach der Grösse des Krystalls sind dabei verschiedene Plättchen λ dienlich.

b) Die Parallelbewegungen lassen sich noch mehr vereinfachen durch eine Vorrichtung, welche der zur Stellung der zweiten Objective (3. 3. c.) ähnlich ist, bei welcher aber hier das Stück m, welches die Vorrichtungen für die dritte Parallel- und für die Winkel-Bewegungen zu tragen hat, die Stelle des Ringes ϱ' Fig. VII einnimmt, und der äussere Ring ϱ durch Ansätze, welche die Muttern der Stellschrauben η enthalten, mit dem durch die Schraube ζ Fig. XII an B zu befestigenden Plättchen fest verbunden ist. Dabei bleibt jedoch zwischen diesen Ansätzen, dem ebengenannten Plättchen und dem Ringe ϱ Raum genug für drei von m ausgehende Arme, so dass diese das Stück m und, was damit verbunden ist, in derselben senkrechten Ebene erhalten, während die Schrauben η eine Bewegung in dieser Ebene bewirken. Die übrigen Bewegungen bleiben dabei willkührlich; man kann dazu die oben unter a) angegebenen, oder die Bereithauptsche mit zwei concentrischen Ringen (Ann. d. Phys. LXVI. 5), oder die im folgenden § zu beschreibende Vorrichtung wählen, und an diesen noch manche Abänderungen anbringen.

---

1) Mayers prakt. Geom. I. S. 436—438.

Man übersieht leicht, dass alle die unter a) und b) genannten Vorrichtungen zwar einfacher als die erste sind, dass aber dagegen auch die oben angegebenen Vortheile dabei ganz oder grossentheils, selbst die Anwendbarkeit für grosse Krystalle wegen der minderen Stärke dieser Vorrichtungen verlohren werden, und dass, die Einstellung der Krystalle ausgenommen, die Messungs-Methoden zwar im Wesen ungeändert bleiben, aber öfter schwieriger auszuführen sind.

16.

Was nun zweitens die Befestigung des Krystallhalters angeht, so lagen der oben angegebenen die beiden Zwecke zum Grunde: die Genauigkeit von dem mehr oder minder festen Stande des Instruments so wenig als möglich abhängig zu machen, und sowohl das Fernrohr D als den Krystallhalter ganz herumdrehen zu können, welches mancherlei Vortheile gewährt. Will man auf diese, da sie zum Theil bei einem ganz festen Stande an Erheblichkeit verlieren, verzichten, und kann man diese Festigkeit (z. B. auf einem steinernen Pfeiler) dem Instrumente verschaffen, so bietet sich eine bedeutende Vereinfachung dar, indem man den Krystallhalter von dem eigentlichen winkelmessenden Apparate trennt, so dass die Hülse H (Fig. I.) unmittelbar auf die Axe $A A'$ kommt, und die mit $B\ G\ g\ R\ M^{III}$ bezeichneten Stücke wegfallen. Den Krystallhalter tragen alsdann zwei gebogene Stangen α Fig. XIII., von denen die eine an der Stütze F, die andere ganz ähnlich an f mit Schrauben befestigt ist, welche ferner eben so mit der unteren Querstange des Rahmens R' verbunden sind, und diesen nebst den weiter vorliegenden Theilen halten. Einfacher ist es jedoch, wenn, wie in der Figur angegeben, die Rahmen R' und R'' ihre Stellen vertauschen, so dass die Fläche von R'' horizontal, dieser Rahmen aber unmittelbar mit den Stangen α bei β verbunden, ferner

das in ihm bewegliche Stück m das untere Querstück von R', und das in diesem bewegliche Mittelstück, vorher q jetzt ψ, der Träger der ferneren Bewegungs-Vorrichtungen wird, wonach denn die Schraube v' zwar bis auf m ununterbrochen fortgeht, sich dann aber endigt, um nicht mit v'' in Collision zu kommen. Zur Verbindung von R'' mit α erhalten die Stangen pq Fig. III. hinten zwei, um den Raum zwischen den beiden Stangen α von einander abstehende, Ansätze mit Schraubenmuttern, in welche die durch α gehenden Schrauben β passen.

Die weiteren vom Mittelstücke ψ in R' zu tragenden Bewegungs-Vorrichtungen bleiben dabei willkührlich, und unter anderen gestatten die Umstände, wenn man die Fläche von R' mit der Axe A parallel macht, auch folgende Einrichtung. Mit ψ ist durch ein Charnier χ' und die Schraube φ' das Stängelchen σ verbunden, und kann durch die Schraube φ' eine kleine horizontale Winkelbewegung erhalten. Für die verticalen Winkelbewegungen trägt das Stängelchen σ an den Stücken μ und ν, die in viereckten Oeffnungen dasselbe durchgehen lassen, das Charnier χ'' und die Schraube ψ'', welche in dem Plättchen $\varkappa$ für den Krystall ihren Stützpunkt hat. Die dritte Parallelbewegung wird ähnlich wie bei Fig. XII. durch eine Schraube λ bewirkt, welche, indem sie in μ und ν eine Mutter hat, beide in demselben Abstande verschiebt. Die beiden Stücke μ und ν können ihre Stellen auch vertauschen, und diess ist wohl noch etwas bequemer als die Anordnung in der Zeichnung. — Eine dritte Winkelbewegung ist hier von etwas weniger Interesse, weil φ' lange nicht den Spielraum wie w' gestattet, folglich für jede Kante an derselben Fläche doch eine ganz besondere Einstellung fordert; will man aber diese dritte Bewegung ihres Nutzens bei einer Kante wegen dennoch haben, so bedarf es dazu nur, wie in Fig. XV.

nehmlich hier, vorzüglich wenn sie besondere Objective haben, nur so vornehmen, dass man die beiden Gesichtslinien erst durch Drehung der Microscope und Anwendung der Berichtigungsschrauben zum Zusammenfallen bringt (wodurch beide Microscope wenigstens gleichen Fehler erhalten), auf diese vereinte Gesichtslinie die Krystallkante einstellt, die Pressschraube von M^{II} löst, und nun das erste Microscop in die Lage des zweiten, oder umgekehrt, führt, den sich zeigenden Fehler halb an dem Krystallhalter und halb an dem gebrauchten Microscop corrigirt, diess in seine erste Lage zurückführt, und eben so corrigirt, bis in beiden Lagen die Kante am horizontalen Hauptfaden erscheint, dann nach dieser Gesichtslinie die des anderen Microscops berichtigt, und sie durch ähnliche Wendungen prüft, bis in beiden Microscopen in jeder Lage die Kante an diesem Faden bleibt, welches in der Regel schon nach der Berichtigung eines Microscops und der Gesichtslinie des anderen nach dieser der Fall seyn wird.

In Betreff der Messungs-Methoden sind offenbar die für spiegelnde Krystalle mit dem Spiegel Σ und mit einem Fernrohre hier wie früher zu vollziehen, die mit beiden Fernröhren ist aber nur bei einer Verbindung des zweiten Fernrohrs mit dem inneren Kreise und auch dann nur für den doppelten Winkel möglich. Die einfachste Art dieser Verbindung ist eine $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien dicke und 6 bis 8 Linien breite Stange, welche oben an den beiden Theilen des Armes des zweiten Fernrohres [1]) ohngefähr in der Ebene der Platte L befestigt ist, und an diese, wenn die Verbindung ge-

1) Man muss dabei anfangs der Stange einigen Spielraum in der Richtung der Axe A lassen, damit bei dem Anziehen der Schrauben auf der Platte L die Gesichtslinie nicht gestört werde. Nach diesem Anziehen kann man oben die Stange ganz feststellen; zu welchem Ende eine der Schrauben an dem Arme auch eine Kopfschraube seyn muss.

schehen soll, mit 2 bis 3 Kopfschrauben befestigt wird. Es ist dabei vortheilhaft, die Muttern in der Platte L so anzubringen, dass der erste Vernier (d. h. der dem ersten Fernrohre zunächst befindliche) genau 180° zeigt, wenn in den einander gegenüberstehenden Fernröhren die Fadenkreutze sich decken. Hiernach geschieht die Messung so, dass man nach Vollziehung dieser Verbindung, die Deckung genau mit M^{II} bewirkt, sämmtliche Verniers, deren Angaben beziehungsweise ${}^1N=180°$, ${}^1n'$ ${}^1n''$ u. s. w. seyen, abliest, darauf das erste Fernrohr mit M^{I} auf die erste, so wie das zweite mit gehöriger Anwendung von M^{II} auf die zweite Krystallfläche einstellt [1]), und abermals abliest; wonach man, wenn die Angaben jetzt ${}^2N$, ${}^2n'$ u. s. w. sind, erhält:

$$K=\frac{{}^2N}{2}+\left(\frac{{}^2n'+{}^2n''+{}^2n'''+{}^2n''''-({}^1n'+{}^1n''+{}^1n'''+{}^1n'''')}{8}\right) \quad \text{(VIIa)},$$

denn die Fernröhre, welche anfangs um 180° von einander abstanden, haben durch die Messung ihre gegenseitige Lage bei stumpfen Kanten (Fig. X a) um den Winkel

$$180°-\varrho\omega\varrho'=180°-2(K-180°)=2K-180°$$

geändert; man hat folglich:

$$2K-180°={}^2N+\left(\frac{{}^2n'+\text{etc.}}{4}\right)-\left\{{}^1N+\left(\frac{{}^1n'+\text{etc.}}{4}\right)\right\}$$

woraus sich die obige Formel unter den Voraussetzungen ergiebt, dass ${}^1N=180°$, und dass ${}^2N>{}^1N$ sey, oder die Theilung in der Richtung $\varrho\varrho'\varrho^*$ oder $D'FD$ in

---

[1]) Für die erste rohe Einstellung ist hierbei der Gebrauch des Winkelhakens (9. 4 Note) räthlich, für die feinere jedoch das Spiel der Schrauben an dem Krystallhalter nach dessen Einrichtung zwar verschieden, aber dennoch leicht aufzufinden.

Fig. II., wenn das Licht von der Seite von D' herkommt, laufe. Bei den Kanten unter 90° ist unter diesen Umständen die Aenderung der gegenseitigen Lage der Fernröhre (Fig. X b)

$$\varrho\,\omega\,\varrho' - 180^\circ = 2(180^\circ - K) - 180^\circ = 180^\circ - 2K$$

und ${}^2N < {}^1N$, folglich

$$180 - 2K = {}^1N + \left(\frac{{}^1n' + \text{etc.}}{4}\right) - \left\{{}^2N + \left(\frac{{}^2n' + \text{etc.}}{4}\right)\right\}$$

woraus ebenfalls die Formel VII *a* sich ergiebt.

Ist jedoch die Kante sehr scharf, oder das angewandte Gestirn etwas tief, so werden beide Fernröhre auf dieselbe Seite der Stangen *a* und zwar auf die, welche der Lichtseite entgegengesetzt ist, kommen, und deshalb vorher eine Drehung, so dass das 2te Fernrohr ohngefähr oben hin kommt, erhalten müssen, wonach denn dieses auf die 1te (obere) und das 1te auf die 2te Krystallfläche einzustellen ist. Hier ist zwar ebenfalls die Lage der Fernröhre nm $\varrho\,\omega\,\varrho' - 180^\circ$ geändert, aber bei der vorausgesetzten Richtung der Theilung $D'FD$ nicht ${}^2N < {}^1N$, sondern ${}^2N > {}^1N$, und daher

$$K = \left\{\begin{array}{l} 180^\circ - \frac{{}^2N}{2} \\ + \left(\frac{{}^1n' + {}^1n'' + {}^1n''' + {}^1n'''' - ({}^2n' + {}^2n'' + {}^2n''' + {}^2n'''')}{8}\right) \end{array}\right\}$$

(VII b).

Sollte die Theilung in entgegengesetzter Richtung laufen, so gilt offenbar das Gesagte und die Formeln für eine Stellung des Instruments, welche von der in Fig. I. um 180° in Bezug auf F verschieden ist.

Von den Messungs-Methoden der matten Krystalle ist offenbar nur die zweite hier möglich, und gewöhnlich die Messung des Complements von K, bei ziem-

lich scharfen Kanten aber die des Winkels selbst vortheilhafter.

II. Abänderungen in dem Lichte [1]).

18.

Bei den ausgezeichneten Vortheilen, welche für die Krystallmessung die Gestirne und vorzüglich die Sonne gewähren, führen diese doch auch Beschwerden [2]) mit sich, die den wenigstens theilweisen Gebrauch eines Objectes in dem Zimmer wünschenswerth machen. Ein scharf begrenzter Lichtpunkt im Zimmer, verbunden mit der zugehörigen Verrückung der Faden-

---

1) Man kann diess als zu dem dioptrischen Apparate gehörig ansehen; sonstige Aenderungen werden wenigstens an demselben keinen Vortheil bringen, wohl aber Nachtheil, wenn man ihn, wie bei den meisten Goniometern, ganz weglässt, weil die Einstellung der reflectirten Bilder und der Flächen bedeutend durch diesen Apparat an Genauigkeit gewinnt; und schwerlich dürfte sich ein anderes eben so scharfes und allgemein anwendbares Merkmal für die Lage kleiner Flächen finden lassen, als das reflectirte und besonders das regulair reflectirte Licht. Inflexion des Lichtes könnte vielleicht bei einigen Krystallen ein brauchbares, gewiss aber kein allgemeines Mittel zu diesem Zwecke abgeben.

2) Diese sind, dass man stets die Messung bei offenen Fenstern, und einer von der äusseren wenig verschiedenen Temperatur des Zimmers vornehmen muss, dass Witterung und Stand der Gestirne die Messung oft verhindern, und endlich die Bewegung der Gestirne; obschon letztere die geringste Beschwerde ist, und sich durch einen Heliostaten ganz entfernen lässt. Andere Objecte haben zwar die beiden letzteren Mängel nicht, oder doch weit weniger, dagegen aber auch selten die erforderliche Höhe, und stehen den Gestirnen in der Lebhaftigkeit und Schärfe der Bilder weit nach.

kreutze entspricht zwar schon dieser Absicht, führt aber andere Nachtheile mit sich. Sey nehmlich, nachdem die Krystallkante in die Verlängerung der Axe A eingestellt ist, $\mu A \mu'$ in Fig. XIV. ein in der Ebene der Gesichtslinien, also senkrecht auf diese Kante, geführter Durchschnitt des Krystalls, und Θ der leuchtende Punkt, so wird sich der von ihm ausgehende Strahlenkegel auf die beiden Krystallflächen vertheilen, daher auch, wenn die Gesichtslinien der beiden Fernröhre $A\Omega$ und $A\Omega'$ mit den Krystallflächen dieselben Winkel wie beziehungsweise mit ihren Verlängerungen der Strahl ΘA machen, an jedem der beiden Fadenkreutze gleichzeitig ein Bild von Θ erscheinen, und wie früher der Winkel $\varrho\omega\varrho'$ hier der $\Omega A \Omega' = 2(180° - K)$ seyn. Hierbei treten aber auch folgende Beschwerden ein: 1) dass die Kanten sehr genau in die Axe A eingestellt werden müssen [1]), wenn man nicht bei jeder Messung eine Verrückung der Fadensysteme, welche die Berichtigung der Gesichtslinien leicht beeinträchtigen kann, nöthig haben will; 2) dass von den vor der Reflexion, folglich auch nach ihr, divergirenden Strahlen viele die Objective nicht treffen, also die Bilder leicht matt werden; und 3) dass die Berichtigung der Gesichtslinien und Ermittelung des Collimationsfehlers (d. h. Vergleichung der Angabe der Verniers mit dem Winkel der Gesichtslinien bei einem bestimmten Stande der Fernröhre) schwierig und weitläuftig werden, weil man nicht beide Fadenkreutze

1) Diess ist bei spiegelnden Krystallen, schon wegen des Glanzes, selbst mit Hülfe eines besonderen Microscops, schwer, und genau fast gar nicht zu bewirken, wenn die beiden Flächen sich nicht unmittelbar schneiden, sondern andere, z. B. Abänderungsflächen, zwischen ihnen liegen. Nur mit zwei einander gegenüberstehenden Microscopen kann alsdann diese Einstellung genau geschehen.

in jedem der einander gegenüberstehenden Fernröhre deutlich sieht, und eben so wenig ein Bild von Θ in einem Spiegel, in dessen verlängerter Ebene nicht genau die Axe A liegt, deutlich in den Fernröhren erscheint. Der Mattigkeit der Bilder liesse sich nun wohl dadurch abhelfen, dass man sie an den verticalen Fäden nicht auf die horizontalen Hauptfäden, sondern in dem oberen Fernrohre auf den oberen damit parallelen Faden (3. 5) und in dem unteren auf den unteren parallelen Faden einstellte, indem alsdann die Axen der betreffenden gebrochenen Strahlenkegel weiter auf die Krystallflächen z. B. in $\Theta\mu O$ und $\Theta\mu' O'$, daher selbst ein grösserer Theil dieser Kegel auf die Flächen und von ihnen auf die Objective fällt. Hierdurch kommen aber die Gesichtslinien, in welchen die Mitten der Objective in O und O' gedacht werden, in die Lagen AO und AO', und die Beziehung zwischen ihrem Winkel und der Kante wird, wie sich leicht aus der Figur ergiebt:

$$OAO' - (\psi+\pi) - (\psi'+\pi') = 2(180^\circ - K).$$

Da nun die Verniers nur den Winkel OAO' geben können, so bleibt entweder die, wenn auch nicht sehr schwierige Ermittelung der Correction $\psi+\psi'+\pi+\pi'$, oder die Mattigkeit der Bilder, und auf jeden Fall die Schwierigkeit bei der Einstellung der Krystalle, ferner die bei der Berichtigung der Gesichtslinien und, was das übelste ist, die bei der Bestimmung des Collimationsfehlers von dieser Einrichtung eines künstlichen Lichtes unzertrennlich.

Alle diese Beschwerden lassen sich jedoch beseitigen, indem man eine convexe Linse so zwischen dem leuchtenden Punkte und dem Krystalle anbringt, dass jener in ihrem Brennpunkte liegt [1]). Offenbar werden

1) Herr Prof. Rudberg ist mir in dem öffentlichen Vor-

dann alle von jenem auf diese Linse fallenden divergirenden Strahlen, von ihr in parallele verwandelt, daher alle Berichtigungs- und Messungs-Verfahren wie bei unendlich entfernten Objecten auch hier anwendbar, und die Vortheile von diesen ganz mit denen des Lichtes im Zimmer vereinigt, wenn man nur letzterem die erforderliche Stärke und Schärfe in der Begrenzung geben kann. Die Stärke lässt sich vollkommen durch eine gute argandische Lampe, und, wo diese nicht ausreichen sollte, durch Drummonds Kalkkügelchen, welche in einer durch Sauerstoffgas genährten Weingeistflamme brennen [1]), erhalten; die scharfe Begrenzung aber nur dadurch, dass man entweder von diesem Lichte ein scharfes Object, am besten ein Fadenkreutz oder ein auf eine Glasplatte gerissenes Kreutz beleuchten lässt, und diess als den eigentlichen leuchtenden Punkt bei der Messung betrachtet, oder, wenn die Krystallflächen matter sind, dadurch, dass man durch einen der Axe A parallel vor das Licht gestellten Cylinder von Glas das Bild des Lichtes in einen schmalen Streifen verwandelt, welcher an die Stelle des ebengenannten Kreutzes kommt. Hiernach würde die Einrichtung des besseren Apparats zur Messung im Zimmer folgende seyn.

In Ω Fig. XIV. befindet sich das wirkliche Licht, in Δ das Kreutz, in Θ die Linse, so dass die Linie

---

schlage, eine Linse zu diesem Zwecke anzuwenden, in einer sehr schätzenswerthen Abhandlung zuvorgekommen, welche aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling for* 1826 in die Annal. d. Physik (LXXXV S. 517) von Hn. Dr. Poggendorf aufgenommen ist, und ohne die anderen hier angegebenen Einrichtungen und Methoden zu betreffen, mehrere Punkte der Krystallmessung vortrefflich erörtert.

1) Aus englischen Zeitschriften besonders *Edinb. Jour. of science* in den Ann. d. Physik LXXXV S. 170 und Zeitsch. für Phys. u Math. II. 236 angegeben.

$\delta\,\delta'$ ein Theil der verticalen Linie des Kreutzes ist, die Entfernung $\Delta\,\Theta$ der Brennweite der in Θ vorhandenen Linse gleicht, und die Axe dieser Linse mit der Linie $\Delta\,A$ zusammen fällt, wobei der Punkt A wie vorhin als der Durchschnittspunkt der Axe A mit der Ebene der Gesichtslinien angenommen ist. Nöthigenfalls kann man alsdann das Licht auf dem Kreutze durch einen Hohlspiegel verstärken, oder an die Stelle des Kreutzes den schmalen Lichtstreifen durch gehörige Anbringung des Glas-Cylinders treten lassen.

Man kann sich hierbei auch noch die Einstellung dadurch, dass man mehrere Punkte und Linien zum Decken bringt, schärfer und sicherer machen. Zu dem Ende wählt man den Cylinder so, dass der Lichtstreifen gerade so breit als der Abstand der äusseren horizontalen Fäden vom mittleren erscheint, und bringt in dem Kreutze in δ und δ' noch eine Linie über, und eine unter der horizontalen Hauptlinie oder dem Hauptfaden Δ so an, dass die Bilder jener und dieser auch den oben bezeichneten Abstand in den Fernröhren haben, wodurch in dem oberen Fernrohre der Punkt δ unter Δ und heller als dieser, und in dem unteren Fernrohre δ' unter Δ und ebenfalls heller als Δ erscheinen werden.

Wie Licht, Kreutz und Linse gegeneinander und gegen das Instrument zu befestigen seyen, ist überhaupt leicht und am besten nach den Localitäten zu bestimmen; möglichst unwandelbarer Stand und eine kleine feine Verschiebbarkeit des Kreutzes und der Linse zur genauen Berichtigung ihres Standes sind dabei vorzüglich zu berücksichtigen.

19.

Im Allgemeinen sind, besonders rücksichtlich der spiegelnden Krystalle die Berichtigungs- und Messungs-Verfahren den oben angegebenen gleich,

und erleiden nur durch die weiteren jetzt möglichen Abänderungen des Instruments nähere Modificationen. Wie diese auch seyn mögen, so ist doch auf jeden Fall hier noch die Berichtigung der Standes des Kreutzes und der Linse zu vollziehen, und die Messung mit dem Spiegel Σ wegen des festen Standes des Goniometers und des Lichtspunkts von geringerem Interesse als oben, dagegen aber auch die Messung mit beiden Fernröhren leichter. Es bleibt daher an dieser Stelle nur noch die hier hinzutretende Berichtigung näher anzuzeigen. Zu ihrer Vollziehung richtet man die Fernröhre nach einem unendlich entfernten scharf begrenzten Objecte, am besten einem Planeten oder dem Monde, sucht sorgfältig die Stellung der Fädensysteme und der Oculare, bei welcher jenes Object und die Fäden zugleich am deutlichsten und schärfsten erscheinen, bringt darauf Instrument und Fernröhre vor das künstliche Licht, und stellt das Kreutz nebst der Linse so, dass das Bild von jenem ebenfalls den höchsten Grad der Deutlichkeit und Schärfe in den Fernröhren zeigt, und bei gehöriger Richtung von diesen ihre Fadenkreutze deckt.

Den schon früher wenigstens nahe stattfindenden Parallelismus der Gesichtslinien mit der Ebene der Theilung kann man nun leicht nach der oben (7. 5) angegebenen Methode, indem man jetzt die Fernröhre auf den künstlichen Lichtpunkt richtet, berichtigen.

20.

Was nun die von der weiteren Construction des Goniometers abhängigen, speciellen Modificationen der Messungs-Verfahren betrifft, so kommt es dabei vorzüglich darauf an, ob man dem Krystallhalter und beziehungsweise dem Fussgestelle die erste (2 und 5), oder die zweite (16), oder endlich eine dritte jetzt

mögliche Einrichtung giebt. Die hier in Betracht kommenden Vortheile der ersten Einrichtung sind: Messung des vierfachen Winkels bei spiegelnden Krystallen, und bei den matten die Messung durch Drehung des Krystallhalters; die der zweiten: leichtere Balancirung und leichte Messung des doppelten Winkels bei spiegelnden Krystallen; endlich, wie sich gleich näher zeigen wird, die der dritten: eben diese leichte Messung, ausserdem aber noch unbeschränkte Wiederhohlbarkeit des doppelten Complement-Winkels, ferner, mit einer kleiner Vorrichtung für das Licht, auch eine nicht viel beschwerlichere Messung der matten Krystalle als die durch Drehung des Krystallhalters, und überdiess eine weit geringere Belastung des Instruments; dagegen leistet diese neue Einrichtung zwar eigentlich ganz anf den Gebrauch beweglicher Objecte (also nahmentlich der Sonne) Verzicht; allein es ist nicht schwer, von ihr nöthigenfalls zu der zweiten über zu gehen.

Diese dritte Einrichtung besteht nun bei dem Krystallhalter darin, dass man denselben ganz von dem Instrumente trennt, und ihm eine besondere unten in drei Füsse sich theilende Stütze giebt. Seine übrige Construction bleibt dabei willkührlich; bei der ersten würde man jedoch diese Stütze unten an den Rahmen R festschrauben, bei der zweiten die horizontal liegenden Theile der Stangen α nebst dem Gewicht π ganz entfernen, die schräg liegenden Theile dagegen gerade herunter gehen lassen, und sie entweder in eine Masse verbunden mit den drei Füssen versehen, oder zwischen ihnen eine nach vorn oder hinten gebogene dritte Stütze anbringen, um für den angegebenen Uebergang von dieser Einrichtung zu der zweiten, die gerade heruntergehenden Theile der Stangen α an die horizontalen mit Schrauben befestigen zu können; wobei sich jedoch von selbst versteht, dass ausserdem

letztere und besonders das Gegengewicht π von dem Instrumente zu trennen sind.

Auch können noch mehrere kleine Aenderungen an dem Krystallhalter dienlich seyn, wenn derselbe, was bei seiner Trennung von dem Instrumente der Hauptzweck ist, so gestellt wird, dass in der Ansicht des Goniometers, die Fig. II. darstellt, nur seine Rückseite, die vorher an der Platte B lag, sichtbar wäre, seine Stütze also in der Ansicht Fig. I. links von den Fernröhren stehen, und daher die ganze Umdrehung des ersten Fernrohrs nicht mehr hindern würde. Diese kleinen Abänderungen wird jedoch jeder Künstler leicht finden.

Ebenfalls wegen dieser Umdrehung muss das Fussgestell in so weit nach einer der früheren Angaben eingerichtet seyn, dass es dieselbe gestatte, übrigens kann es aber, wenn man den obengenannten Uebergang für den Gebrauch der Sonne gar nicht verlangt, und für die Messung matter Krystalle die erwähnte kleine Vorrichtung für das Licht macht, etwas vereinfacht werden, indem man die Stütze F oder an ihrer Stelle, die Böcke unmittelbar auf die Platte P' setzt, und an der Seite der Kreise durch zwei, einander gegenüberstehende und gegen die Hülse H drückende, Schrauben diese Hülse und mit ihr die Axe A in horizontaler Richtung etwas verschiebbar macht, um die Linie A rechtwinklich auf die Richtung $\Delta\Theta A$ Fig. XIV. stellen zu können. Im Nothfalle kann man mit diesen Schrauben zwar auch die nöthige Bewegung bei dem Gebrauche der Sonne bewirken; alles erwogen möchte jedoch diese Vereinfachung weniger räthlich als die frühere Einrichtung des Fussgestelles seyn.

Für die unbedingte Wiederhohlung des doppelten Complement-Winkels ist nun ferner eine Verbindung der beiden Kreise und eine zwischen dem zweiten

Fernrohre und dem inneren Kreise, welche ihre Befestigung an einander in allen gegenseitigen Lagen derselben gestattet, erforderlich. Für beide Verbindungen genügen Klemmen, von welchen die für erstere an der Platte *C* angebracht wird, und den oberen Rand der Platte *L* fasst, die für letztere aber an einer, von den beiden Theilen des Armes des zweiten Fernrohrs in der oben (17) angegebenen Art ausgehenden, Stange sitzt, und einen auf der Platte *L* ohngefähr rechtwinklich gegen ihre Fläche angebrachten Rand [1]) fasst, welcher so weit von ihrem oberen Rande entfernt seyn muss, dass die Pressschrauben der beiden Klemmen nicht in Collision gerathen Es wird dabei gut seyn, die Platte *L* lieber etwas grösser, und so viel dünner zu machen, dass sie dennoch dem inneren Kreise das Gleichgewicht hält; nöthig aber ist, dass der Festigkeit wegen die Klemme für das Fernrohr ein ohngefähr $^3/_4$ Zoll langes Stück des erhabenen Randes fasse, zu welchem Ende ihre Plättchen gekrümmt seyn müssen, ferner, dass zur Verminderung des schiefen Drucks die beiden Plättchen jeder Klemme in einem Charnier beweglich sind, und dass des Raumes wegen das hintere Plättchen der Klemme an der Platte *C* ganz in diese versenkt werde.

Endlich ist die erwähnte Vorrichtung für die Messung der matten Krystalle nichts als ein Stab, der unten in einem Brette oder Kreutze zum Aufstellen auf

---

1) Gegen diesen Rand sprechen besonders bei den weiteren Vorkehrungen hier die (4. 4) angegebenen Gründe nicht, weil der Krystallhalter entfernt ist, daher die nöthige Verlängerung der Axe für die Libelle nicht hindert, ferner weil der innere Kreis von selbst und das 2te Fernrohr durch die jetzt leicht anzubringende Balancirung kein Drehungs-Moment und ungleich weniger Friction wie der Krystallhalter haben.

den Boden des Zimmers befestigt ist, und eine mit einer Schraube beliebig festzustellende Hülse trägt, an welche eine Lampe gehängt werden kann. Der Zweck hiervon ist, durch Bewegung des Lichtes dieselbe günstige Beleuchtung für den Krystall und die Microscope, wie oben durch Drehung des Krystallhalters, zu gewinnen.

21.

Bei den angegebenen Einrichtungen bleibt nach dem (19. u. 20.) Gesagten in Betreff der Messung spiegelnder Krystalle nur die unbegrenzte Wiederhohlung der Winkel, und in Betreff der matten Krystalle nur die Anwendung des Lichtträgers nebst einigen anderen Punkten anzugeben übrig.

A) Da diese Wiederhohlung im Ganzen der Messung des vierfachen Winkels (11.) ähnlich ist, so genügt auch für sie eine kürzere Ausführung, bei welcher, wie bei dem oben nur angedeuteten Verfahren die Theilung in der Richtung $D'FD$ Fig. II. oder $\Omega\Theta\Omega$ Fig. XIV. vorausgesetzt werden mag. Das Verfahren ist nun folgendes:

1) Zur Erleichterung beginne man damit, den ersten Vernier nahe auf 0° zu stellen, verbinde die beiden Kreise durch die Klemme an der Platte *C*, und lese darauf die Verniers ab;

2) stelle hierauf den Krystall nach (9. 1.) und die Fernröhre auf die gleichbezeichneten Krystallflächen beziehungsweise mit M^{I} und M^{II} ein, ziehe die Klemmschraube zur Verbindung des zweiten Fernrohrs mit dem inneren Kreise an, und prüfe nochmals die Einstellungen;

3) löse alsdann die Pressschraube von M^{1}, drehe die Kreise sammt den Fernröhren in der Richtung DFD' oder $\Omega'\Theta\Omega$ herum, bis zuletzt mit Hülfe von M^{IV} das 2te Fernrohr auf der 1sten Krystallfläche einsteht; und führe nun

4) nach Lösung der Pressschraube von M^{II} und nach Verbindung der beiden Kreise in derselben Richtung das 1ste Fernrohr weiter und zuletzt mit M^{I} auf die 2te Krystallfläche, wonach allgemein die Differenz des jetzigen und anfänglichen Standes der Verniers offenbar $4(180^{o}-K)$ betragen wird.

5) Zur weiteren Vervielfachung dieses Winkels verbinde man die beiden Kreise wieder, löse dagegen die Klemme von dem inneren Kreise und zweiten Fernrohre, ferner die von M^{I}, so wie die Pressschraube von M^{IV};

6) führe nun, während man das zweite Fernrohr etwas anhält, das erste sammt den Kreisen in entgegengesetzter Richtung $D'FD$ oder $\Omega\Theta\Omega'$ herum, stelle es mit Hülfe von M^{I} genau auf die 1ste, so wie hierauf das 2te Fernrohr mit M^{II} auf die 2te Krystallfläche ein, verbinde letzteres wieder mit dem inneren Kreise, und wiederhohle jetzt

7) die unter 3 und 4 angegebenen Operationen, nach welchen die jetzige Angabe der Verniers, wenn man die durchlaufenen ganzen Kreisumfänge dazu addirt, von der anfänglichen um $8(180^{o}-K)$ verschieden seyn wird. So fortschreitend wird man folglich den 4, 8, 12, allgemein den $4m$ fachen Complement - Winkel nach m maliger Vollziehung dieser Operationen erhalten, indem das Verfahren (1 bis 4) das 4fache dieses Winkels giebt, und das (5 und 6) dieselbe Stellung der Fernröhre wie zu Anfang nach (2) nur mit dem Unterschiede, dass der innere Kreis um $4(180^{o}-K)$ gegen den äusseren und die Fernröhre gedreht ist, hervorbringt, folglich jede Vollziehung der Operationen (5. 6. 3. 4) diese Drehung um $4(180^{o}-K)$ vergrössert. Bezeichnet man daher die Resultate der Ablesungen wie oben (9. 6. u. 10), ferner durch m die Zahl der Vollziehungen dieser Operationen einschliesslich derer (1 bis 4), und durch r die Zahl der dabei von dem 1sten Vernier durchlaufenen Kreisumfänge, so hat man, da nach (11)

$^1N = 0$ ist, und wenn man dabei vorzieht, den 1sten Vernier anfangs auch abzulesen, statt ihn auf 0° genau einzustellen:

$$K = 180^0 - \left(\frac{^2N + r.360^0}{4m}\right) - \frac{\left\{\begin{matrix} {}^2n' + {}^2n'' + {}^2n''' + {}^2n'''' \\ -({}^1n' + {}^1n'' + {}^1n''' + {}^1n'''')\end{matrix}\right\}}{16m} \qquad \text{(VIII)}$$

Kaum einer Erwähnung bedarf es wohl, dass man, um nur den doppelten Winkel nach (17) zu messen, den ersten Veriers auf 180°, und die Fernröhre so, dass die Fadenkreutze sich decken, einstellt, dann die Klemme zur Verbindung des 2ten Fernrohrs mit dem inneren Kreise anzieht, und nun weiter, wie dort angegeben, verfährt.

22.

B) Der Messung matter Krystalle geht auch hier Einrichtung und Berichtigung der Microscope, nebst Einstellung des zweiten auf die Gesichtslinie des ersten durch M^{II} und überdiess noch hier besonders Trennung des zweiten von dem inneren Kreise voran. Hierauf stelle man

1) durch Drehung des inneren Kreises den ersten Vernier, je nachdem man den äusseren Kreis um den Winkel selbst oder um dessen Complement drehen will, auf 0° oder auf 180°, und lese die übrigen Veniers ab; ferner stelle man

2) den Krystall, allenfalls mit Hülfe des Winkelhakens (9. 4. Note), wie oben (13. 2) und das Licht an seinem Träger ohngefähr in gleiche Höhe mit der Kante, worauf die feinere Einstellung ebenfalls wie oben (13. 3.) geschieht.

3) Nun rücke man das Licht am Träger etwas über das untere Ende der nach unten verlängert gedachten ersten Krystallfläche, für welche man, wenn die Thei-

lung in der Richtung DFD Fig. II läuft, die links liegende (also $A\lambda$ Fig. XI), im entgegengesetzten Falle aber die andere (Ax) der Bequemlichkeit wegen annehmen wird.

4) Hierauf stelle man die vereinte Gesichtslinie auf diese erste Krystallfläche mit M^{I} ein, und prüfe diese Stellung durch das andere jetzt unten befindliche Microscop, indem man entweder das Instrument eine Wendung von 180° um F machen, und die Fläche durch das bei den spiegelnden Krystallen gebräuchliche Licht, oder durch eine an einer zweiten Hülse des Lichtträgers befindliche Lampe erleuchten lässt, oder indem man, wenn die Drehbarkeit um F nicht beibehalten ist, den Lichtträger versetzt, oder einen zweiten anwendet. Findet man die Einstellung richtig, so löse man

5) die Verbindung der beiden Kreise, ziehe die Pressschraube ψ von M^{IV} an, richte nun mit gehöriger Lösung und Anziehung der Klemmschraube von M^{I} auf ähnliche Weise die Gesichtslinie auf die zweite Krystallfläche mit M^{I} ein, und lese die Verniers ab. Man erhält alsdann den Winkel nach den Formeln (VI a), welche durch die Einstellung (1) und die Drehung nach (3) etwas abgekürzt werden, und gleich einfache Gestalt annehmen.

Unbeschränkte Wiederhohlung des Winkels ist auch hier möglich, und wird nach (14) vollzogen, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Schrauben g und M^{III} hier wegfallen, und daher die Einstellung auf die erste Krystallfläche bei der Zurückführung gleich mit M^{I} geschieht.

Uebrigens gewährt bei der Wiederhohlung des Complements der Kante die Einstellung auf 180° und danach die aus (3) folgende Drehung keine Vereinfachung der Endformel, weshalb hierbei wie bei Wiederhohlung der Kante selbst zu verfahren, und diese überhaupt vortheilhafter als die des Complements ist.

III. Aenderung in der Lage des Instruments.

(Horizontaler Goniometer.)

I. Beschreibung.

23.

Bei sämmtlichen bisherigen Abänderungen blieb noch die Möglichkeit, wenigstens in einzelnen Fallen die Sonne oder andere Gestirne bei den Messungen anzuwenden, und das Instrument überhaupt zum Höhenmessen zu gebrauchen. Verzichtet man hierauf, so bietet eine andere, nehmlich die horizontale Lage des Instruments [1]) weit grössere Vortheile als jene kleine Vereinfachung an dem Fussgestelle (20) dar. Zu diesen gehört: eine gleich bequeme Stellung des Körpers bei allen Lagen der Fernröhre oder Microscope, ferner mehrere Erleichterungen rücksichtlich ihrer Drehungen, Umwandlungen und der Einstellung der Krystalle, überdiess die Vereinigung des Krystallhalters mit dem Instrumente, so dass er, ohne die Beschwerden der ersten Einrichtung, um dieselbe Axe wie die Kreise drehbar wird, und endlich eine leichte vollständige Balancirung aller einzelnen Theile in allen Lagen und Verbindungen.

Bei der Erörterung dieser Form des Instruments wird es dienlich seyn, so viel möglich die frühere Ordnung und Bezeichnung (nehmlich letztere für die Theile, welche dem Wesen nach mit den früher ebenso bezeichneten übereinstimmen) beizubehalten, und in Bezug auf die Einrichtung des Instruments hier erst die allgemein vortheilhaftere, im folgenden §. aber einige vereinfachte Abänderungen anzugeben.

---

1) Fig. XV. Ihr Maasstab ist ohngefähr $^1/_4$ der wirklichen (lineären) Crösse oder nur halb so gross als in den früheren Figuren genommen, weil in diesen die einzelnen Theile schon meistens dargestellt sind.

I. Der Krystallhalter hat nur die drei Rahmen für die Parallelbewegungen $R' R'' R'''$, und sitzt unmittelbar auf der Axe AA', indem in der Mitte von R' ein festes Querstück mit einer Hülse sich befindet, welche oben die Axe umschliesst, und mit Schrauben darauf befestigt ist. Diese Verbindung sowohl als auch die zwischen R' und R'' ist hier weit einfacher als bei der früheren Einrichtung, indem die hintere oder hier untere und rectanguläre Platte r des Rahmens R''' ganz mit dem beweglichen Mittelstücke m von R'' zusammenfällt, also die ganze Vorrichtung zum Drehen (2.3) hier wegbleibt, und die Verbindung zwischen R''' und R'' ganz dieselbe wie Fig. XIII. zwischen R' und R'' ist; die zwischen diesen beiden Rahmen ist dagegen völlig die frühere (2. 1 und 2). Um die hiernach auf R' und R'' ruhenden Gewichte zu balanciren, dienen zwei Gegengewichte Γ' und Γ'', von denen aber nur das von R' unmittelbar getragene Γ' in der Zeichnung sichtbar ist, und welche so abgeglichen werden, dass Γ'' mit R''' und dem übrigen daran sitzenden Apparate, so wie Γ' mit R'' und allem, was dieser Rahmen trägt, im Gleichgewichte ist. Dieses wird trotz der verschiedenen Entfernungen, in welche R''' von der Mitte des Rahmens R'' durch das Spiel der Schraube v'', und R'' von der Mitte von R' und von der Axe A durch die Schraube v' kommen, dadurch erhalten, dass die Schrauben v'' und v' (welche letztere jetzt ungetrennt durch den ganzen Rahmen R' und sein neues festes Querstück geht) nur bis in die Mitte rechtsgehende, in den anderen Hälften von R'' und R' (Fig. XV. bei letzterem in der links liegenden) aber links gewundene Schraubengänge haben, und jene Schraubengänge beziehungsweise die Rahmen R''' und R'', diese aber die Gegengewichte, welche entsprechende Schraubenmuttern und ebenfalls cylindrische Oeffnungen für die Seitenstangen der Rahmen haben, führen, wodurch Gewichte und Gegenge-

wichte sich stets gleichmässig und in entgegengesetzter Richtung von den Mittellinien, um welche sie beziehungsweise die Rahmen R'' und R' zu drehen streben, entfernen.

Die Winkelbewegungen werden durch die Schrauben w' φ'' und φ''' hervorgebracht, von welchen nehmlich die ersten beiden hier sowohl wie beziehungsweise in Fig. I. und XIII. (2. 4 und 16.) Bewegungen in Ebenen, die auf einander und auf die Kreisebene rechtwinklich sind, die letztere φ''' hingegen eine der Kreisebene parallele Bewegung hervorbringen.

Wegen der verticalen Lage des Plättchens, auf welches der Krystall zu kitten ist, hat dasselbe bei x einen kleinen horizontalen Ansatz, welcher den Krystall unterstützt. Nach der Grösse der Krystalle werden verschiedene solcher einzuschraubenden Ansätze dienlich seyn. — Diese Vorrichtung für die Winkelbewegungen ist zwar weit einfacher als die erste (2. 4. bis 6.), die erste dagegen bei Messungen mehrerer Kanten an einem Krystalle weit vortheilhafter.

II. Den optischen Apparat bilden die Vorrichtung in Betreff des Lichtes, und auf jeden Fall zwei Sehwerkzeuge D D'. Erstere ist für die spiegelnden Krystalle auf parallele Strahlen (18) nach Fig. XIV., die man sich jetzt in einer horizontalen Ebene liegend denken muss, eingerichtet; für die matten Krystalle aber kann die nöthige Beleuchtung auf mehrere Arten erhalten werden, worüber unten (24) noch einiges zu sagen Gelegenheit seyn wird. Rücksichtlich der Sehwerkzeuge D D' gewährt es einige Vortheile, sie nicht der Kreisebene parallel, sondern senkrecht dagegen und gegen kleine, unter 45° geneigte Spiegel SS' [1]) zu richten; denn dadurch wird die Stellung des Körpers bei dem Messen etwas bequemer, der Stand die-

1) Um doppelte Bilder zu vermeiden, und wegen der Polarisa-

ser Werkzeuge sicherer, ferner dieselben und die Kreise stets in jeder Richtung gegeneinander drehbar, und die Möglichkeit gegeben, dem 1sten Fernrohre oder Microscope D gegenüber ein besonderes Microscop D'' anbringen zu können. Dieses Microscop ist der bedeutendste Vortheil der geänderten Einrichtung, indem es die Einstellung der spiegelnden Krystalle sehr erleichtert, und bei Messung der matten Krystalle an die Stelle des zweiten tritt, wodurch denn ferner bei dem Uebergange von den spiegelnden Krystallen zu den matten oder umgekehrt nur D umzuwandeln ist, und dabei die Berichtigung seiner Gesichtslinie, weil sie nur geradezu entweder nach der von D'' oder der von D' (vergl. II. am Ende) einzustellen ist, ungemein erleichtert wird. Der einzige Nachtheil bei dieser Stellung der Sehwerkzeuge ist einiger Verlust an dem Lichte durch die Spiegel $S\,S'\,S''$, welcher jedoch nur bei den spiegelnden, und unter diesen nur bei wenig glänzenden und sehr kleinen Krystallen fühlbar werden kann, aber auch alsdann durch Verstärkung des Lichtes, und im äussersten Falle dadurch sich beseitigen lässt, dass man die Fernröhre in diesem Falle in die horizontale Lage bringt, wozu es leicht ist, eine einfache Einrichtung zu treffen, z. B. folgende. Man lässt die Fernröhre D und D' an ihre Stützen nicht festschrauben, sondern mit runden Zapfen oben und unten in V förmigen Lagern an ihren Stützen ruhen, und giebt ihnen auch noch etwas unterhalb ihrer Mitte Zapfen, welche in die Zapfenlager der Spiegel $S\,S'$ an den Stützen der betreffenden Fern-

---

tion sind offenbar nur metallne Spiegel brauchbar. — Ein kleines Gestell von Drath oder einige Streifen Blech unter ihnen angebracht (wie in der Zeichnung punktirt angegeben ist), werden zur Sicherung ihrer Stellung dienen, die sie durch Zapfen und Lager in den Stützen der Fernröhre erhalten.

röhre passen; überdiess hat man für jedes Fernrohr zwei mit einander verbundene Stangen, welche an einem Ende eine runde Oeffnung für die oberen Zapfen des Fernrohrs, und an dem anderen Ende eine unten genau um die Stützen der Fernröhre passende Gabel haben. Um nun den Fernröhren die horizontale Lage zu geben, bringt man ihre mittleren Zapfen, nach Entfernung ihrer Spiegel, in deren Lager, ferner ihre obereu Zapfen in die runden Oeffnungen der vorgenannten Stangen, und die Gabeln von letzteren unten an die Stützen, so dass sie diese zwischen sich fassen; wonach die Berichtigung der Fernröhre in dieser Lage oder ihre deshalbige Prüfung dadurch geschieht, dass man sie auf den Punkt A des leuchtenden Kreutzes richtet. Man könnte auch bei diesem Herausschlagen der Fernröhre dieselben blos um ihre unteren Zapfen drehen, und alsdann die Stangen etwas länger machen; hieraus entstehen jedoch mehrere leicht aufzufindende Nachtheile oder Unbequemlichkeiten, wenn man die volle Lichtstärke erhalten will.

Wie man nun auch den Stand der Fernröhre einrichtet, so wird doch auf jeden Fall das zweite durch einen besonderen Arm Q, welcher um die Axe AA' selbst drehbar ist, getragen, und daran durch das etwas verschiebbare Gegengewicht γ balancirt. Die Balancirung des ersten Fernrohrs geschieht dagegen bei der verticalen Lage durch das Microscop D'', und bei der horizontalen Lage entweder durch ein unter diesem Microscope zugesetztes, oder, wenn dasselbe nicht vorhanden ist, durch ein besonderes hinreichendes Gegengewicht.

Die Umänderung der Fernröhre zu Microscopen kann auch bei dem horizontalen Goniometer sowohl durch zugesetzte als besondere Objective geschehen, jedoch verdienen letztere schon desRaumes wegen den Vorzug. Könnte man aber das zuzusetzende Objectiv über oder vor dem Spiegel in einem besonderen Trä-

ger, welcher auf dem äusseren Kreise stände, anbringen, so wäre diess die vortheilhafteste Einrichtung, weil alsdann in dem Fernrohre bei seiner Umänderung seine Gesichtslinie als Fernrohr ganz unberührt, und daher berichtigt bliebe.

III. Beide Kreise haben rücksichtlich der Theilung und Ablesung [1]) die oben angegebene Einrichtung, für ihre Befestigung aber beide unten Hülsen, so dass die Axe AA' von der des inneren, und diese von der des äuseren Kreises umschlossen wird. — Die Verbindung der beiden Kreise untereinander und die des inneren mit dem Krystallhalter geschieht durch die gleich eingerichteten Micrometerschrauben μ^{I} und μ^{II}, welche an diese ebengenannten Hülsen und die Axe auf folgende Art befestigt sind. Ein nicht ganz geschlossener Ring umgiebt die unmittelbar unter ihm sich endigende Hülse des äuseren, und unter diesem Ringe ein ganz ähnlicher die des inneren Kreises; beide Ringe haben an ihren Enden kleine Ansätze, von welchen einer die Pressschraube in einer runden Oeffnung durchlässt, der andere hingegen ihre Mutter hat, so dass, wenn die Pressschrauben angezogen werden, die Ringe ihrer ganzen Länge nach die betreffenden Hülsen fest umschliessen [2]). Ferner gehen von beiden Ringen Arme aus, von welchen der eine die eigentliche Micrometerschraube μ^{I} der andere aber ihre Mutter trägt. Völlig ebenso ist die Schraube μ^{II} nebst ihren Ringen eingerichtet, von welchen der obere auf der sich unmittelbar unter ihm sich endigenden Hülse des inneren Kreises, der untere hingegen auf der Axe AA' sitzt. Ueberdiess sind die Pressschrauben dieser vier Ringe ab-

1) Die beste Stelle für die Hülse der Stange, welche die Microscope trägt, ist über dem Arme Q; weniger vortheilhaft möchte es seyn, sie darunter anzubringen oder diese Stange zu theilen.

2) Die Hülse c Fig. 1. des Konographs hat dieselbe Einrichtung.

wechselnd (die der beiden oberen in der Zeichnung rechts, die der unteren links) so angebracht, dass sie bei dem Drehen der Kreise nicht collidiren; auch dient diese Stellung der Schrauben, so wie, dass jede der beiden Verbindungen deren zwei hat, zur Bequemlichkeit. Dass diese Verbindungen auch ähnlich wie die des Krystallhalters mit dem Fusse, d. h. durch Platten mit gewöhnlichen Micrometerschrauben, hervorgebracht werden könnten, bedarf keiner Erwähnung; die vorgeschlagene Einrichtung ist aber hier einfacher. Was nun die ferneren Verbindungen der Kreise betrifft, so wird die des äuseren Kreises mit dem Fusse und mit dem zweiten Fernrohre durch die Micrometerschrauben M^{I} und M^{II} und die zwischen diesem und dem inneren Kreise durch μ^{IV} bewirkt. Die erste derselben M^{I} sitzt an dem äusseren Kreise fest, und hat ihre Mutter in einer von dem Ringe ϱ ausgehenden Stange, welcher auch übrigens den Ringen bey μ^{I} und μ^{II} ähnlich ist, und durch seine Pressschraube π verengt, die cylindrische Platte P fest umschliesst. Die beiden anderen Schrauben M^{II} und μ^{IV} sind an dem Arme Q befestigt, und ihre Klemmen fassen die auf den Kreisen hervorstehenden Ränder η und ϑ, von welchen jedoch der Deutlichkeit wegen nur die Durchschnitte auf beiden Seiten in der Zeichnung angegeben sind.

IV. Das Fussgestell besteht aus dem kurzen Cylinder P und den 3 Füssen u, welche von P ausgehen, und mit Schrauben zum Horizontalstellen versehen sind. An diese Füsse sind ferner 3 Stangen v geschraubt, welche sich in eine Platte vereinigen, die in einer conischen Vertiefung die Axe AA' und dadurch den Krystallhalter trägt. Den äusseren Kreis trägt dagegen der Cylinder P, und den inneren Kreis theils dieser, theils ein glatter Rand unten an der Axe, auf welchem seine Hülse ruht. Wenn man diesen Rand zu einer kleinen Platte vergrösserte, und eine solche

auch unten an dieser Hülse anbrächte, so würde die Bewegung vielleicht noch sicherer und sanfter [1]); in welcher Absicht denn auch bei dem äusseren Kreise der Cylinder *P* mehr Umfang erhalten hat, als es zur blossen Unterstützung nöthig gewesen wäre.

24

An den einzeln Theilen des Instruments in seiner vorliegenden Form lässt sich wohl noch einiges vereinfachen, jedoch ist damit auch stets Verzichtleistung auf irgend einen Vortheil verbunden.

I. An dem Krystallhalter kann eine Vereinfachung nur dadurch geschehen, dass man statt der vorgeschlagenen eine der Fig. XII. ähnliche Einrichtung (15) wählt; in welchem Falle die Platte, welche die Muttern der Schraube ζ enthält, und hier weit kleiner als die Platte *B* Fig. I. werden kann, unmittelbar von der Axe AA' getragen werden, und der Träger des Krystalls $\sigma x \lambda$ so zu verändern seyn würde, dass die Stange σ weit kürzer und der Krystall entweder auf den Schraubenkopf selbst oder auf ein, durch die Schraube heraufgedrücktes, in der Lage der Figur XV. horizontales, Plättchen gekittet würde. Wenn man auch die kleine Unbequemlichkeit, bei dem Versetzen dieser Vorrichtung das zu ihrer Balancirung nöthige Gegengewicht ebenfalls versetzen zu müssen, nicht in Anschlag bringen will, so hat doch für die Einstellnng einer und mehrerer Kanten die Einrichtung(23. I) besonders mit den Winkelbewegungen nach (2.4 bis 6) wegen der Unabhängigkeit und des grösseren Spielraumes aller Bewegungen entschiedene Vorzüge.

II. An dem dioptrischen Apparate bietet sich zunächst die Lage der Sehwerkzeuge als einer Aenderung

---

1) Auch würde μ^{11} die gewöhnliche Einrichtung erhalten.

fähig dar; die Möglichkeit davon so wie die Vortheile der verticalen Lage sind jedoch schon oben angegeben. Allenfalls liesse sich der Vortheil des Microscops D'' auch noch so erhalten, dass man nur dem Fernrohre D die senkrechte Lage, dagegen den beiden anderen Sehwerkzeugen D und D'' die horizontale Lage gäbe, und sie so weit zurück setzte, dass das etwas vorgerückte Fernrohr D' daran vorbei gehen könnte. — Lässt man das Microscop D'' ganz weg, so ist es für die erste rohe Einstellung des Krystalls räthlich, mitten auf dem festen Querstücke des Rahmens R' ein aufzusteckendes oder auf- und zurückzuschlagendes kleines Lineal so anzubringen, dass, wenn es aufgerichtet wird, seine Kante in der Axe A sich befindet. Diese Vorrichtung ist hier statt des Winkelhakens (9. 4. Note) brauchbar, weil die Messung mit dem Spiegel wegfällt, und folglich es nie nöthig ist, den Krystall excentrisch aufzustellen.

Eine zweite Aenderung an dem dioptrischen Apparate bietet sich dar, wenn man auf die unbedingte Wiederhohlbarkeit der Winkel verzichten, und sich einiger Unbequemlichkeit bei dem Uebergange von der Messung spiegelnder Krystalle zu der von matten unterziehen will. Alsdann kann man nehmlich den Arm Q nebst den Verbindungen M^{II} und μ^{IV} weglassen, und dafür eine der folgenden Constructionen wählen, nehmlich entweder 1) das Fernrohr D' stehend auf dem inneren Kreise bei 0° oder 180°, und auf dem äusseren Kreise dem Fernrohre D gegenüber das Microscop D'' anbringen, oder 2) das letztere weglassend, den beiden anderen Sehwerkzeugen die horizontale Lage geben, und D' zum Versetzen einrichten, indem man dessen Stütze in eine Platte mit zwei Oeffnungen sich endigen lässt, durch welche Kopfschrauben gehen, die sowohl auf dem äusseren als auf dem inneren Kreise an den gehörigen Stellen Muttern haben. Welche Gegenge-

wichte bei diesen Constructionen nöthig, und wie sie zu versetzen sind, so wie, dass hierdurch die Einfachheit dieser Einrichtung vermindert werde, ist leicht einzusehen.

III. An den Kreisen kann ohne bedeutenden Nachtheil nichts vereinfacht werden, als dass man bei den Verbindungen durch μ^{II} und μ^{IV} die eigentlichen Micrometerschrauben weglässt, also bei μ^{II} die beiden Ringe auf der einen Seite fest verbindet, und für μ^{IV} eine blosse Klemme anbringt.

II. Berichtigungen.

25.

Die bei dem horizontalen Goniometer zu prüfenden Erfordernisse sind: 1) für die Messung aller Krystalle Parallelismus der Kreisebene mit der Gesichtslinie und wenigstens nahe horizontaler Stand der Kreise, ferner 2) für die spiegelnden Krystalle Parallelismus und nahes Zusammenfallen der Gesichtslinie mit der Lichtlinie $\Delta\Theta$ Fig. XIV., so wie Parallelismus der Lichtstrahlen, endlich 3) für die matten Krystalle Centrirung der Gesichtslinie, wobei, wenn die dioptrischen Werkzeuge vertical stehen, unter Gesichtslinie eigentlich nur der Theil derselben verstanden wird, welcher so auf die Spiegel S fällt, dass er nach der Reflexion durch die Mitte der Objective geht, und den Hauptdurchschnitt der Fäden in den Brennpunkten trifft.

Die Prüfung des Instruments beginnt mit der des horizontalen Standes, welcher nur näherungsweise wegen des Gleichgewichts und der Balancirungen nöthig ist, und hinreichend durch eine kurze Röhrenlibelle mit Füssen oder durch eine empfindliche dosenförmige Libelle erforscht werden kann, indem diese an eine beliebige Stelle auf den Kreisen gesetzt, bei gehörigem Stande

des Instruments stets dieselbe Stellung der Blase behalten muss, wie man Kreise und Krystallhalter auch drehen möge. Indem man jeden derselben ganze Wendungen dabei machen lässt, und die Libelle versetzt, wird zugleich Cylindricität der Axe und der Hülsen, so wie auch die Balancirung geprüft.

Hiernach geschieht die Prüfung und Berichtigung des Parallelismus der Lichtstrahlen und der Kreisebene mit der Gesichts- und der Licht-Linie gleichzeitig und im Wesen nach dem Verfahren (7. 3). Nachdem man nehmlich schon vor der Berichtigung der horizontalen Lage den Fadenkreutzen und Ocularen beider Fernröhre den gehörigen Stand nach (19.) gegeben hat, richtet [1]) man das 1te Fernrohr auf den Punkt Δ, berichtigt dieser Punkt und die Linse Θ nach (19) für das deutliche Sehen, und danach so, dass Δ auf dem Fadenkreutze erscheint; darauf bringt man das 2te Fernrohr vor das 1te, und seine Gesichtslinie mit den Berichtigungs-Schrauben ebenfalls in die Richtung auf Δ, verfährt ferner mit Gegenüberstellung und Berichtigung an beiden Fernröhren nach (7. 3); berichtigt hernach die Lichtlinie $\Delta\Theta$ nach der verbesserten Gesichtslinie des 1ten Fernrohrs, und wiederhohlt diese letzten Operationen so lange, bis Δ sowohl am Fadenkreutze des 1ten Fernrohrs als auch an dem des 2ten und zwar in seinen beiden angegebenen Stellungen nach blosser Drehung um A erscheint, ohne eine Aenderung an Δ und Θ nöthig zu haben, welche hier der Wendung

---

1) Diese Richtung ist, streng genommen, bei dem verticalen Stande der Fernröhre hier wie in der Folge nur von dem zu Anfange dieses § vorzugsweise Gesichtslinie genannten Theile derselben verstanden, indem die Richtung des anderen Theils (von den Spiegeln bis zu den Fadenkreutzen) gleichgültig, und durch jenen schon bestimmt ist.

um F (7. 3) entspricht. — Diese Berichtigungsweise könnte mangelhaft erscheinen, weil die Spiegel dabei unberührt bleiben; Fehler in ihrem Stande können jedoch keine andere Nachtheile haben, als dass die Gesichtslinie die Axe A nicht wirklich schneidet, und rechtwinklich auf sie oder parallel zu der Kreisebene einfallende Strahlen nach der Reflexion nicht senkrecht auf letztere werden, welches innerhalb gewisser Grenzen, die bei nur mittelmässiger Arbeit gewiss nicht überschritten werden, für das deutliche Sehen und die Messung spiegelnder Krystalle ganz unschädlich ist. — Endlich versteht es sich von selbst, 1) dass man, wenn mehrere der Theilung parallele Fäden (3. 3. Note 2) eingezogen sind, diesen die Entfernung von dem Hauptfaden geben wird, dass ihre Durchschnitte mit dem der Peripherie parallelen Faden die Punkte δ und δ' Fig. XIV. decken, wodurch denn auch die Lage dieses Fadens bestimmt ist; ferner 2) dass man in der Folge, wenn das Microscop D'' vorhanden ist, bei dem Uebergange von der Messung matter Krystalle die Gesichtslinie des Fernrohrs D nur geradezu nach der des Fernrohrs D', welches bei dieser Messung ganz unberührt bleibt, berichtigt; und selbst dieses überflüssig ist, wenn ein zuzusetzendes Objectiv sich in einer besonderen Stütze vor dem Spiegel befindet; überdiess 3) dass man bei dem verticalen Stande der Fernröhre eines derselben, wenn sie einander gegenüber stehen, durchs Ocular oder den Spiegel erleuchten müsse, welches durch ein kleines, über die Axe AA' gestelltes Licht am besten geschieht, und 4) dass übrigens diese Berichtigung auch bei beständiger horizontaler Lage der Fernröhre unverändert bleibe, jedoch dieselbe, wenn diese Lage blos temporär ist, sich kürzer nach (23. II.) vollführen lasse.

Die Centrirung der Gesichtslinie für die matten Krystalle geschieht auf jeden Fall das erstemal nach

(8), wodurch denn auch bei der gegenwärtigen Construction der ganze der Theilung parallele Hauptfaden berichtigt wird. Es ist dabei hier besonders dienlich, diese Berichtigung sowohl durch Wendung des Krystallhalters als des äusseren Kreises zu machen, indem bei gehöriger Centrirung und Balancirung des Krystallhalters und der Kreise beide Methoden dasselbe Resultat geben müssen, diese beiden Punkte also auch hierdurch geprüft werden. Für die Folge bedarf es, wenn das Microscop D'' angebracht ist, nach der Umänderung des ersten Fernrohrs blos eine Berichtigung seiner Gesichtslinie nach der von D'', welche ihrerseits bei der Messung von selbst eine Prüfung erleidet.

Künstliche Erleuchtung ist sowohl für diese Berichtigung als für die Messung nur bei Nacht nöthig. Man erhält sie vollständig durch eine argandische Lampe, die etwas zur Seite desjenigen Microscops, durch welches man nicht sieht, ohngefähr in gleicher Höhe mit dem Krystalle, steht, und einen kleinen, geneigten Spiegel trägt, welcher in das Ocular eben dieses Microscops Licht wirft. Bei Tage bedarf man, wenn diese Berichtigung und Messung in einem etwas hellen Zimmer vorgenommen werden, gar keiner künstlichen Erleuchtung, kann aber die durch das Tageslicht noch dadurch sehr verbessern, dass man dem Instrumente zwischen einem Fenster und einem gegenüberstehenden Spiegel seine feste Stelle anweist, und, wenn man recht viel thun will, einige Fusse über den stehenden Microscopen schräge Spiegel oder an ihrer Seite kleine Oeffnungen zur starken Erleuchtung der Fäden anbringt; alsdann hat man, um die Stellungen durch beide Microscope zu prüfen, dennoch nie nöthig, dieselben eine Wendung von 180° machen zu lassen.

III. Messungs-Methoden.

26.

Es ist leicht einzusehen, dass bei dem horizontalen Goniometer alle bisher angegebenen Messungs-Methoden ihrem Wesen nach anwendbar sind, und nur einzelne Abänderungen erleiden können, weshalb es genügen wird, diese vorzüglich näher anzudeuten.

A) Bei den spiegelnden Krystallen wird zu Anfang jeder Messung die erste rohe Aufstellung gleich durch das Microscop D'' sehr nahe berichtigt, und dabei so gemacht, dass die erste Krystallfläche der Bewegung durch w' parallel ist, die zweite aber, aussen am Krystall herum, nach der Ordnung der Theilung folgt[1]).

Zugleich sieht man darauf, dass die beiden Krystallflächen soviel möglich gleich helle Bilder geben, bewirkt diess durch Wendung des Krystallhalters, und stellt denselben durch Anziehung der Pressschraube von μ^{III} fest. Die weiteren Operationen sind nun verschieden nach den Methoden.

1) Die Messung mit einem Fernrohre kann, entweder ganz nach (10) geschehen, indem man den Schrauben g und M^{IV} hier μ^{II} und μ^{III} substituirt, oder auch so vollzogen werden, dass man den ersten Vernier mit μ^{I} auf 0° führt, nach der Einstellung des Fernrohrs auf die erste Krystallfläche die Pressschrauben von μ^{I} löst, die von μ^{II} aber anzieht, und übrigens nach (10) weiter verfährt, wodurch das Resultat

---

1) Geht daher die Theilung in der Richtung $D'FD$ Fig. II (also hier von der Linken zur Rechten, früher umgekehrt) so projicirt sich in Fig. XV die 1te Krystallfläche in einer Linie, die 2te ist dagegen bei K sichtbar, oder in Fig. XI würde Ax die 1te und $A\lambda$ die 2te Fläche seyn. (27. 2. Note).

nach der Formel (VIIa) erhalten wird. — Diese Methode kann in manchen Fällen sehr brauchbar seyn, besonders wenn man übrigens mit matten Krystallen beschäftigt ist, und nicht die grösste Schärfe verlangt.

2) Von den Messungen mit beiden Fernröhren geschieht

a. die des doppelten Winkels ganz nach (17), wobei nur zu bemerken ist, dass μ^{I} die Stellung der beiden Kreise gegen einander, und μ^{IV} die des zweiten Fernrohrs gegen den inneren Kreis bewirkt, und dass hier nichts hindert, die spitzen Kanten ebenso wie die stumpfen zu behandeln. Uebrigens wird man wohl thun, die Einstellungen des zweiten Fernrohrs auf die Krystallflächen nicht mit M^{II} sondern mit μ^{II} zu machen, weil dadurch die Lage desselben gegen den inneren Kreis nicht gestört werden kann, so dass man bei der Messung mehrerer Kanten ganz sicher zu den folgenden übergehen kann, ohne diese Lage zu prüfen, also die Stellung des ersten Verniers auf 0^0 nur bei der ersten Kante nöthig hat.

b. Die Wiederhohlung des doppelten Complements der Kante ist der (21) angegebenen völlig gleich; zur leichteren Vollziehung dienen jedoch folgende mit den betreffenden Ziffern des § 21 bezeichnete Erinnerungen:

1. Statt der Klemme an der Platte C dient hier μ^{I},

2. Die Verbindung des inneren Kreises mit dem 2ten Fernrohre geschieht hier durch die Micrometerschraube μ^{IV}, durch welche man auch die Einstellung dieses Fernrohrs machen kann, jedoch ist dabei eher eine Verrückung der beiden Kreise gegeneinander möglich als bei dem Gebrauche von M^{II}.

3. An die Stelle von M^{IV} tritt hier μ^{II} für die Einstellung des zweiten Fernrohrs auf die 1te Krystallfläche.

4. Wegen Lösung der Schrauben siehe 2. hier oben; die Drehung kann in der Richtung, welche dem Beobachter am bequemsten ist, und die Einstellung auch mit μ^{I} geschehen, welches, wenn man noch mehr wiederhohlen will, bequemer als mit M^{I} ist.

5. Hat man nach 4. die Schraube μ^{I} gebraucht, so bleiben nur die Verbindungen durch μ^{IV} und μ^{II} zu lösen.

6. Die Richtung ist hier willkührlich, und sowohl wegen M^{II} als auch wegen der Verbindung des 2ten Fernrohrs mit dem inneren Kreise das nöthige unter 2. gesagt.

7. Diese Wiederhohlung oder eigentlich die der sämmtlichen unter 5. 6. 3. 4. angegebenen Operationen geschieht natürlich auch hier bis zu einer nach den Umständen zu bestimmenden Grenze. Ebenfalls erhält man daher auch nach den ersten Operationen (1 bis 4) und der (m—1) maligen Wiederhohlung derer (5. 6. 3. 4) das m fache Complement der Kante zu 180° oder diese selbst aus der Formel VIII.

27.

B. Auch für die matten Krystalle gestattet der horizontale Goniometer, wie schon (26) bemerkt wurde, alle beide Messungs-Methoden (13 u. 14) anzuwenden, jedoch ist die erste, besonders bei einer künstlichen Erleuchtung, weit bequemer als die zweite.

Die 1te Art der Messung, nehmlich durch Drehung des Krystallhalters, fordert nun, wie leicht einzusehen, folgende Operationen, nehmlich:

1. Stellung des Krystalls ganz nach (13. 2 u. 3); womit man [illegible]em Beginne der Messung, wenn das Microsco[illegible]t vo[illegible]handen ist, die Berichtigung [illegible]efestigung des Microscops D'

[illegible]seren Kreises mit dem Fusse

durch Anziehung der Schraube π und des inneren Kreises mit dem Krystallhalter durch die Pressschraube von μ^{II}, oder statt dieser letzten Verbindung, wenn man nach (22) in den Endformeln ${}^1N = 0$ oder ${}^2N = 180^0$, machen will, Einstellung des 1ten Vernier beziehungsweise auf 0^0 oder 180^0, und Verbindung der beiden Kreise durch μ^I; überdiess muss man in diesem Falle die 1te und 2te Krystallfläche nach (22. 3) annehmen [1];

3. Einstellung einer oder (bei der eben angeführten Stellung des 1ten Vernier) der 1ten Krystallfläche auf die Gesichtslinie mit μ^{III}, und Ablesung der Verniers, oder statt letzterer, wenn der 1te Vernier bereits auf 0^0 steht, Anziehung der Pressschraube von μ^{II}; und Lösung der von μ^I; endlich, nach gehöriger Drehung des Krystallhalters und inneren Kreises,

4. Einstellung der anderen oder beziehungsweise der 2ten Krystallfläche ebenfalls mit dem gehörigen Spiele von μ^{III}, und zweite Ablesung der Verniers, nach welchen man mit Rücksicht auf (22. 5) den Winkel aus den Formeln (VI) erhält.

Offenbar kann man nun auch den unmittelbar gemessenen Winkel repetiren. Soll diess geschehen, so bleibt die zweite Ablesung der Verniers jetzt noch weg, und es folgt

5. Anziehung von μ^I, Lösung von μ^{II}, und abermalige Einstellung der ersten Krystallfläche auf die Gesichtslinie durch eine Drehung des Krystallhalters allein und in entgegengesetzter Richtung von derje-

---

1) Die 2te Krystallfläche folgt hier auch nach der Ordnung der Theilung auf die 1te, wenn man im Krystalle sich innen herumgehend denkt, während man bei den spiegelnden Krystallen von der 1ten zur 2ten Krystallfläche aussen herum (d. h. nicht durch oder hinter dem Krystalle her) gehen muss (25).

nigen, in welcher die Drehung nach dem Verfahren (3) geschahe; ferner

6. Lösung von μ^{I}, Anziehung von μ^{II} und Einstellung der zweiten Krystallfläche durch Drehung in derselben Richtung wie bei (3) und mit Hülfe von μ^{III}. Man erhält alsdann nach den Operationen (1 bis 4) ferner der $(m-1)$maligen Wiederhohlung der Operationen (5 u. 6) und der zweiten Ablesung der Verniers am Ende derselben, offenbar den $m$maligen Werth des Winkels, um welchen die Drehungen (3) und (6) geschehen sind, folglich die Kante, je nachdem der ebengenannte Winkel diese oder ihr Complement war, aus der ersten oder aus der zweiten der Formeln (VI b).

Dass bei diesen Operationen die Einstellungen der Flächen auch durch beide Microscope zu prüfen sind, erhellt von selbst; bei Nacht wird man dazu nur die Lampe versetzen, bei Tage aber, wenn man nicht die grösste Schärfe sucht, die Prüfung ohne weiteres durch blosse Einsicht in die beiden Microscope vornehmen können, für die grösste Schärfe jedoch entweder die Spiegel (24. am Ende) anbringen, oder dem ganzen Instrumente eine horizontale Wendung geben müssen, indem man die Pressschrauben von μ^{I} und μ^{II}, wenn es noch nicht der Fall seyn sollte, anzieht, dagegen die von M^{I} und μ^{III} löst, und die Kreise sammt dem Krystallhälter umwendet.

Von den mehreren einzelnen Verfahrungsweisen bei der Messung durch Drehung des Krystallhalters ist die, welche unmittelbar den gesuchten Winkel selbst giebt, im allgemeinen die vorzüglichste, besonders wenn man dabei ${}^{1}N = 0°$ macht, ${}^{1}n'$ dagegen abliest, und, wie sich aus der Annahme der Krystallflachen (22. 3) ergiebt, die Drehungen (3 u. 6), weil diese hier an dem die Theilung tragenden Kreise geschehen, in der Richtung gegen die Ordnung der Theilung macht, wodurch die Zahlen derselben in steigender Ordnung an dem

um dessen Axe gedreht wtrd, wirklich beschreibt, und indem während dieser Beschreibung der Punkt L durch die Hand des Zeichners in der Ebene EE gehalten werden kann, weil die Stange LL' in der Hülse HH' in der Richtung ihrer Länge verschiebbar ist. Um nun mit diesem Werkzeuge die Curven in beliebiger Grösse wirklich zeichnen zu können, sind einige weitere Vorrichtungen dazu nöthig, damit man 1.) sowohl dem ganzen Instrumente auf der Zeichnungs-Ebene (Papier Kupfer- oder Stein-Tafel) als auch 2.) dem Cylinder AA' gegen diese Ebene oder EE und gegen die Stange LL' beliebige und feste Stellungen zu geben im Stande sey, und damit sich 3.) die von dem Punkte L beschriebene Curve auf die Zeichnungsebene orthographisch projicire und genau darstelle.

I. Zu dem ersten Zwecke dienen 3, ein gleichschenkliches Dreieck bildende, Füsse FF' (F' deckt den dritten Fuss in der Zeichnung) und die beiden, in ganz feine Spitzen auslaufende Stifte ff', welche in der Neigungsebene der Axe AA' und in beliebiger, aber bei demselben Instrumenten nabänderlicher, Entfernung von den Punkte A sich befinden. Um daher einen Kegelschnitt in bestimmter Lage zu beschreiben, muss man den Konographen so stellen, dass die Spitzen ff' in die Hauptaxe der Curve, und wenn auch darauf der Ort der Curve also ihr Scheitelpunkt gegeben ist, entweder die zeichnende Spitze z auf diesen, oder eine der Spitzen f in bestimmte, unten näher anzugebende Entfernung von demselben komme.

II. Zur Bestimmung dieser Entfernung und der Lage der Axe sitzt

1. der die eigentliche Axe, welche für die Folge durch A bezeichnet werden mag, enthaltende Cylinder AA', in den hohlen Cylindern AP und aa, von welchen der erstere unten bei A in einem Charnier beweglich ist, der andere aber längs des Bogens C ver-

schoben, und an diesen durch die Pressschraube a, welche in einer Oese an aa' ihre Mutter hat, an jeder Stelle, und dadurch AA' in jeder Neigung innerhalb gewisser Grenzen befestigt werden kann. In Betreff dieser Grenzen ist nehmlich einleuchtend, dass Neigungen von AA' gegen EE nur nach einer Seite, und unter diesen nicht leicht die geringeren, allenfalls (ohngefähr unter 30°) nöthig sind, weshalb denn, und weil es dienlich ist, den Winkel zwischen AA' und LL' möglichst spitz machen zu können, der Bogen C von 30° an abwärts mehr eingezogen ist. Zur genaueren Bestimmung dieser Neigungen ist der Bogen C in einzelne Grade getheilt, und zwar so, dass der Nullpunkt nicht mit dem Drehungspunkt bei A in gleicher Höhe über der unteren Fläche der Füsse, sondern um die halbe Breite der vorderen Platte von der Oese aa höher oder tiefer, angesetzt wird, damit die eine Kante dieser Platte die Neigung von AA' auf dem Bogen C geradezu angiebt. Zu grösserer Festigkeit dient es, wenn man 2 solcher Bögen anbringt, zwischen welchen aa beweglich ist. Die Verbindung desselben mit dem zweiten Bogen ist wie mit dem ersten; jedoch bedarf es auf diesem keiner Theilung.

2. Zur Bestimmung der Lage von LL' gegen AA' dienen die beiden Gewerbe χ und ψ, nebst der Stange B. Der eine Theil von χ sitzt an der Hülse c, der andere an der c', welche beide nach aussen offen sind, da zwei Vorsprünge haben, und durch die Schrauben $\gamma\,\gamma'$ in diesen Vorsprüngen beziehungsweise an AA und HH befestigt werden können; wodurch man, indem diese Befestigung an einer höheren oder tieferen Stelle geschieht, die Axe des Kegels zu verlängeren oder zu verkürzen im Stande ist, wie der Parameter des Kegelschnitts es fordert. In dieser Absicht ist auch auf AA' eine Theilung in Zolle, Linien und deren Theile angebracht, deren Nullpunkt eigentlich auf AA' über dem

Durchschnittspunkte von A und einer aus dem Drehungspunkte von ψ darauf gefällten Perpendiculärlinie liegt, die man aber so viel höher anfangen lässt, dass der obere Rand der Hülse *c* die Entfernung der ebengenannten Perpendiculärlinie von einer ähnlichen aus χ auf A gefällten auf der Theilung geradezu angiebt, wobei man auch durch einen kleinen Vernier an]e leicht eine Genauigkeit von $^1/_{10}$ Linie erhalten kann.

In Bezug auf die Stange *B* zeigt der Anblick der Figur, dass sie, nachdem χ passend befestiget ist, eigentlich den Winkel zwischen A und L bestimmt. Um diese Bestimmung so leicht als möglich zu erhalten, müssen die Drehungspunkte von χ und ψ gleich weit von der Linie L der mathematischen Axe von (LL') entfernt seyn, und die Stange *B* eine Theilung wie AA' haben, deren eigentlich in der Mitte von ψ befindlicher Anfangspunkt jedoch ebenfalls so weit verrückt ist, dass die eine Seite von AA' oder eine Kante der vorderen Oese *b b* die Länge der vorhingenannten Perpendiculärlinie aus dem Drehungspunkte von ψ, oder noch besser diese Länge weniger dem Abstande des Drehungspunktes von χ von der Axe A des Cylinders AA' angiebt. Mit diesem ist die Stange *B* so verbunden, dass sie entweder durch eine genau passende Oeffnung in AA' oder durch eine daran sitzende viereckte Oese *b b* geht, in beiden Fällen aber durch die Pressschraube β festgehalten werden kann; letztere Art der Verbindung ist jedoch vorzüglich dann anzurathen, wenn man so wie 2 Bogen *C* auch 2 parallele Stangen *B*, welche, um AA' zwischen sich zu fassen, bei ψ die nöthige Biegung erhalten, und von welchen die zweite natürlich auch durch eine Oese an AA' umschlossen wird. Auf jeden Fall ist aber bei dieser Verbindung darauf zu sehen, dass das Umschliessen der Stange *B* in oder an AA' so genau statt finde- dass d mit der Axe A stets einen rechten Win-

kel mache. Diese Rechtwinklichkeit völlig zu erhalten, ist der Zweck des Charniers ψ, das an HH durch die Hülse b' befestigt ist, welche wie c eingerichtet oder auch mit einer blossen Pressschraube versehen werden kann.

In dem hohlen Cylinder HH', welcher durch Lösung von $\beta' \gamma'$ etwas verschoben werden kann, ist, wie bereits bemerkt, der massive LL', dessen unterer Punkt den Kegelschnitt beschreibt, passend aber doch leicht verschiebbar, zu welchem Ende jener Cylinder innen, dieser aussen gut polirt seyn müssen. Beabsichtigt man nur selten Kegelschnitte von bestimmten Dimensionen zu zeichnen, so genügt diese Einrichtung vollkommen, im entgegengesetzten Falle ist aber, wie sich unten zeigen wird, die Einrichtung, welche Fig. 2 darstellt, vortheilhafter. Hier sind nehmlich 2 Cylinder HH und LL vorhanden, zwischen welchen die Linie L, welche die Kegelfläche und deren Endpunkt l die Curve beschreibt, in der Mitte liegt. Den Drehungspunkt von χ und ψ kann man alsdann ganz in diese Linie verlegen, und zwar, wenn man die Einrichtung der Hülse c etwas ändert, so, dass diese Linie die Axe A genau im Drehungspunkte von χ durchschneidet [1]). Um den nöthigen Parallelismus der beiden hohlen Cylinder HH zu sichern, sind die Hülsen b' und c' auf der hinteren Seite durch gekrümmte Platte [2]) verbunden, welche so weit ausgebogen und zwischen $c'c'$ ausgeschnitten seyn müssen, dass AA' in der niedrigsten Lage, welche der Bogen C gestattet,

---

1) Hierzu müsseu die Zwischenräume zwischen den beiden Hülsen e' so wie zwischen den beiden b' etwas grösser als in Fig. 2 seyn.

2) Um diese sichtbar zu machen, ist die Hülse c in Fig. 2 kürzer als in Fig. 1 gezeichnet.

zwischen den Hülsen c' durchgehen kann, und überhaupt die Bewegungen in χ und ψ dadurch nicht gehindert werden. Eben deshalb müssen auch, wenn man 2 Stangen B anbringen will, diese von dem Drehungspunkte in ψ an $1/3$ bis $1/2$ Zoll ungetheilt fortlaufen, und sich dort erst auswärts zur Aufnahme von AA' biegen.

III. Um die von dem Punkte L oder l beschriebene Curve orthographisch auf der Zeichnungs-Ebene zu projiciren und darzustellen, muss der eigentlich zeichnende Punkt (die Spitze einer Reisfeder oder eines Griffels) stets senkrecht unter L oder l liegen, und deshalb LL' eine doppelte Bewegung gegen die Projections-Vorrichtung haben. Zu dem Ende ist bei der Einrichtung von Fig. 1 ein durch den Punkt L senkrecht auf die Axe L gehender Stift in zweien Oeffnungen, welche sich in einem Ringe befinden, und dieser Ring um zwei Stifte drehbar, welche 90° von diesen Oeffnungen abstehen, und in Pfannen in den Metallstücken $q\,q$ ruhen. Bei der Einrichtnng von Fig. 2 bleibt im ganzen dieselbe Anordnung; nur ist es vortheilhafter, den Ring zwischen die beiden Stangen LL' anzubringen, und den etwas höheren Stützen q die in der Zeichnung dargestellte Form zu geben.

Uebrigens sind die beiden Stützen q auf einer Metallplatte w, welche auf 4 Füssen mit Rollen ruht, befestigt, und schliessen zwischen sich ein Metallstück r ein, in welchem die Reisfeder oder das sonstige Werkzeug zum Zeichnen auf dieselbe Art wie Reisfedern in den Handzirkeln durch die Schraube s gehalten wird. Nothwendig müssen dabei die Oeffnung in r und der Zapfen an dem Zeichnungs-Werkzeuge so angebracht seyn, dass die zeichnende Spitze z senkrecht unter L oder l liege (welches, wie Fig. 2 zeigt, die gehörige Neigung einer Reisfeder nicht hindert), und endlich dass die [illegible] mit Rollen die Höhe haben, dass eine von A

noch L oder l gedachte Linie genau parallel zu der Zeichnungs-Ebene ist.

2.

Wie man mit dem beschriebenen Instrumente beliebige Curven ohne genaue Bestimmung ihrer Dimensionen zeichnen soll, bedarf kaum einer Erörterung, indem sich leicht ergiebt, dass, wenn i der Neigungs-Winkel der Axe A, und k der Winkel zwischen ihr und der die Kegelfläche beschreibenden Linie L ist, man Ellipsen, Parabeln oder Hyperbeln erhalte, je nachdem man $k<i$, $k=i$ oder $k>i$ mache, ferner dass für denselben Werth von i, welches der leichteren Zeichnung wegen, eher gross als klein anzunehmen ist, die Curve um so grösser werde, je grösser man die Axe A durch Höherstellen des Gewerbes χ und den Winkel k durch Ausziehen der Stange B macht, endlich dass, nachdem man bei vorgeschriebener Lage der Curve das Instrument nach (1. 1.) aufgestellt hat, dasselbe mit der linken Hand festzuhalten, und nun, wenn die Zeichnung mit Tusche oder Tinte gemacht werden soll, nach Füllung der Reisfeder [1]) die Curve von der Linken zur Rechten zu beschreiben sey. Für die Zeichnung von Hyperbeln ist dabei noch zu bemerken, dass, wenn die Hyperbel von dem entgegengesetzten Kegel nicht zu weit auszuführen ist, diese, ohne den Konographen zu verrücken, beschrieben werden kann, indem man die Stange LL' aus ihrer Hülse zieht, sie umgekehrt (so dass in der Lage von Fig. 1. L' unten hin kommen würde) hineinsteckt, und die sich

---

1) Hierzu schlage man, ohne die linke Hand loszulassen, die Projections-Vorrichtung so um, dass die Platte w auf eine ihrer schmalen Seiten (am besten auf die, an welcher sich das w in Fig. 2 befindet) zu stehen komme.

so ergebende Curve zeichnet; denn nach dieser Umkehrung beschreibt die Linie L offenbar einen Theil der Fläche des entgegengesetzten Kegels, und die Länge von LL' wird dabei für einen um so grösseren Theil zureichen, je grösser der Winkel k und je kleiner der Winkel i genommen ist.

Etwas mehr Erörterung fordert die Zeichnung mit genau bestimmten Dimensionen. Um die hierzu nöthige Gleichungen zu gewinnen, mögen i und k dieselben Winkel wie eben, und A die Länge der Axe des Kegels bezeichnen; ferner sey ihre Neigungs-Ebene die Coordinaten-Ebene yz, und die xy der Zeichnungs-Ebene parallel. Bezeichnet man nun die Winkel, welche die oberhalb verlängerte Axe A und die beschreibende Linie L mit den Coordinaten-Axen machen, durch X, X', Y, Y', Z, Z', so hat man $Y = 90°$ und daher nach bekannten Lehrsätzen

$$\cos k = \cos X \cos X' + \cos Z \cos Z'$$

oder, weil offenbar $X = i$, so wie $Z = 90° - i$ ist, und, wenn man die Coordinaten von L, aus dem Scheitelpunkte des Kegels gezählt, $\xi\ \eta\ \zeta$ nennt,

$$\cos k = \frac{\xi \cos i + \zeta \sin i}{\sqrt{\xi^2+\eta^2+\zeta^2}},$$

woraus man leicht ableitet:

$$\eta^2 + \xi^2\left(1 - \frac{\cos i^2}{\cos k^2}\right) - \frac{2\xi\zeta \sin i \cos i + \zeta^2 \sin i^2}{\cos k^2} = 0.$$

Um diese Gleichung für die Kegelfläche auf die Curve zu übertragen, werde der Anfangspunkt der den vorigen parallelen Coordinaten $x\ y\ z$ in den Scheitel der Curve verlegt, wodurch man erhält:

$$\zeta = z - A \sin i,\ \eta = y,\ \xi = x - A \sin i \cot (i+k),$$

welche Werthe in die vorhergehende Gleichung zu substituiren sind. Diess erleichtert man sich jedoch

durch die Bemerkungen 1) dass, weil zuletzt nicht die Gleichung einer Fläche sondern die einer Curve in der Ebene xy verlangt wird, $z=0$ zu setzen ist, folglich alle z enthaltenden Glieder wegfallen, und 2) dass ebenfalls alle von x und y ganz freie Glieder auszulassen sind, weil ihre Summe $=0$ seyn muss, da der Anfangspunkt der Coordinaten auf der Curve selbst angenommen ist. Hiernach ergiebt sich als Gleichung für die Curve

$$0 = y^2 + x^2 \quad - 2x\mathrm{A}\sin i\,\cot(i+k)$$
$$- x^2\frac{\cos i^2}{\cos k^2} + 2x\mathrm{A}\sin i\,\cot(i+k)\frac{\cos i^2}{\cos k^2}$$
$$+ 2x\mathrm{A}\sin i^2\frac{\cos i}{\cos k^2}$$

worin die Coëfficienten von $2x\mathrm{A}\sin i$ sich sehr zusammenziehen; nehmlich die in den beiden letzten Zeilen geben

$$\frac{\cos i}{\cos k^2}(\sin i + \cot(i+k)\cos i) = \frac{\cos i}{\cos k\,\sin(i+k)}$$

und diess mit dem Coëfficienten aus der ersten Zeile verbunden giebt:

$$\frac{\cos i}{\cos k\sin(i+k)} - \cot(i+k) = \frac{\cos i - \cos k^2\cos i + \cos k\sin i\sin k}{\cos k\sin(i+k)}$$
$$= \frac{\sin k\,(\sin k\cos i + \cos k\sin i)}{\cos k\sin(i+k)}$$
$$= \mathrm{tang}\,k$$

Die Gleichung der Curve als Kegelschnitt nimmt hiernach die sehr einfache Gestalt an:

$$y^2 + x^2\left(1 - \frac{\cos i^2}{\cos k^2}\right) + 2x\mathrm{A}\sin i\,\mathrm{tang}\,k = 0;$$

Für dieselbe hat man aber auch, wenn e die Excentricität (als unbenannte Zahl angesehen) und p den Parameter bedeuten, als Curve zweiter Ordnung:

$$y^2+x^2(1-e^2)+xp = 0$$

also wegen der Identität beider Gleichungen

$$e = \frac{\cos i}{\cos k} \quad \text{und} \quad p = 2\mathrm{A} \sin i \operatorname{tang} k \qquad (1)$$

wonach folglich die Grössen i, k und A nicht völlig durch e und p bestimmt sind, sondern innerhalb gewisser Grenzen willkürlich bleiben. Da nun durch das Instrument nur i unmittelbar auf dem Bogen C, dagegen k und A mittelbar auf AA' und B gegeben sind, und es für die Leichtigkeit der Zeichnung dienlich ist, i ziemlich gross zu nehmen, so wird man die noch übrige willkürliche Bestimmung bei i machen, weshalb eine Eintheilung in Grade und selbst nach 5 Graden auf dem Bogen C genügt. Zur fernern Bestimmung von k und A sey der unveränderliche Abstand des Drehungspunkts im Charnier χ von A und L beziehungsweise $= u$ und v (von denen letzterer, wie bereits bemerkt, dem ähnlichen Abstande zwischen ψ und L gleich seyn muss), ferner die Länge der Perpendicularlinie von ψ auf A weniger u, wie diese Differenz auf B abgelesen wird, gleich m, endlich die Entfernung dieser Linie von der ähnlichen aus χ, nach der Ablesung auf AA', gleich n, und die Entfernung dieser nehmlichen Linie aus ψ von dem Drehungspunkte bei A gleich a. Alsdann hat man

$$\operatorname{tang} k = \frac{m}{n}, \qquad (2.a)$$

und weil, wie man sich leicht überzeugt,

$$\mathrm{A} = (m+u)\cot k + \frac{v}{\sin k} + a$$

ist, nach den Gleichungen (1.)

$$\mathrm{A} \operatorname{tang} k = \frac{p}{2\sin i} = (m+u) + \frac{v}{\cos k} + a \operatorname{tang} k$$

also

$$m = \frac{p}{2\sin i} - u - \frac{v}{\cos k} - a \tan k \quad (2.b).$$

Bei dieser Formel gewährt die Einrichtung nach Fig. 2. den Vortheil, dass man $u = v = 0$ hat, folglich sie sich zusammenzieht auf

$$m = \frac{p}{2\sin i} - a \tan k \quad (2.c.)$$

Was nun die Grenzen betrifft, innerhalb welcher i nach dem obigen anzunehmen ist, so sind sie folgende beide:

1) Es darf i nicht unter einem Werthe angenommen werden, welcher $\cos i < e$ machen würde, weil nach den Gleichungen (1)

$$\cos k = \frac{\cos i}{e} \quad (3)$$

ist, wonach aber auch diese Grenze nur bei Ellipsen in Frage kommen kann.

2) In manchen Fällen giebt es einen Werth, über welchen i nicht steigen darf. Bezeichnet man nehmlich den Abstand des untersten Punktes A der Axe $\mathfrak{A}$ von dem beschreibenden Punkte L oder l, wenn sich dieser in der Neigungs-Ebene der Axe befindet, mit D, so übersieht man leicht, dass

$$D = \frac{\mathfrak{A}\sin k}{\sin(i+k)} = \frac{p\cos k}{2.\sin i \sin(i+k)} = \frac{p\cot i}{2e\sin(i+k)} \quad (4)$$

ist, und dass es bei jedem Instrumente wegen des Bogens G für D einen absolut kleinsten Werth d giebt, durch welchen man nach der Gleichung (4) für i die Bedingung hat

$$\tan i . \sin(i+k) \overset{=}{<} \frac{p}{2ed} \quad (5)$$

Da die directe Auffindung des Grenzwerthes von i aus der Formel (5) auf eine Gleichung des 4ten

Grades führen würde, so ist es bequemer, ihn, so weit es nöthig ist, durch Versuche zu finden, indem man den Winkel i willkürlich annimmt, darauf aus Gleichung (3) den Winkel k, und nun mit beiden die Formel (5) als Gleichung berechnet, in welcher rechts vom Gleichheitszeichen für dieselbe Curve alles ungeändert bleibt.

Wenn endlich ausser den Dimensionen der Curve auch noch ihre Lage und ihr Ort gegeben sind, so wird zwar schon erstere durch das Aufsetzen der Spitzen der Stifte f und f' auf die Axe und letzterer dadurch bei der Zeichnung bestimmt, dass die zeichnende Spitze s durch den Scheitel der Curve gehen muss; inzwischen ist es doch angenehmer, für die Bestimmung des Ortes die Entfernung zu wissen, in welche eine der Spitzen f oder f' vom Scheitel kommen muss. Seyen diese Entfernungen beziehungsweise $g\,g'$, und ähnlich $h\,h'$ die des senkrecht unter A auf der Zeichnungsebene liegenden Punktes von diesen Spitzen, so ist offenbar

$$D = g + h \text{ und } D = g' - h'$$

folglich

$$g = \frac{p \cot i}{2\,e \sin (i+k)} - h \text{ und } g' = \frac{p \cot i}{2\,e \sin (i+k)} + h \qquad (6)$$

von welchen Bestimmungen man jedoch nur eine nöthig hat.

Die Grössen h und h', so wie die früher eingeführten a, u, v wird zwar der Künstler angeben, inzwischen kann man sich auch ihre Kenntniss leicht durch Zeichnung von Kegelschnitten verschaffen, indem man für a und nöthigenfalls für u und v die Dimensionen der Curve mit den Angaben auf AA', B und C nach den obigen Formeln vergleicht, und für die Grössen h und h' die Abstände vom Scheitel misst.

Wie die vorstehenden Gleichungen ausfallen, wenn

man bei Ellipsen und Hyperbeln die Axen a und b einführt, bedarf nach den bekannten Relationen

$$p = \frac{b^2}{a} \text{ und } e = \frac{a^2 \mp b^2}{a^2}$$

keiner weiteren Auseinandersetzung.

Kurz zusammengefasst kommt hiernach das Verfahren, um Kegelschnitte von bestimmten Dimensionen, Lage und Ort zu beschreiben, darauf zurück. Man nimmt i passend z. B. zwischen 60° und 80° an, sucht den Winkel k aus der Gleichung (3), und prüft nöthigenfalls, ob diese Werthe von i und k der Bedingung (5) entsprechen. Ist diess, so erhält man aus den Formeln (2 a) und (2 b) oder (2 c) (nach der Einrichtung des Instruments) die Grössen von m und n, stellt nun auf die so bestimmten Zahlen i, m und n die Zeiger von a, b und c mit der gehörigen Befestigung durch α, β, γ und γ' ein, und setzt das Instrument so auf die willkürlich angenommene oder gegebene Axe, dass die Spitzen $f f'$ genau dieselben treffen, und, wenn der Ort der Curve ebenfalls bestimmt ist, die eine dieser Spitzen in die Entfernung vom Scheitel kommt, welche sich für sie aus der betreffenden Formel (6) ergiebt.

3.

Schliesslich ist noch eine Abänderung zu erwähnen, die besonders bei Curven von geringen Dimensionen dienlich ist, und der beschriebenen Einrichtung nur in einzelnen Fällen an Bequemlichkeit nachsteht. Für solche kleine Curven liegt nach der Formel (4) das einzige Hinderniss in dem Abstande d, welcher durch den Bogen C verursacht wird. Man lasse daher diesen weg, mache die Hülse AP, die jetzt bis an b heraufreichen muss, mit einer auf EE aufzuschraubenden Platte aus einem Stücke, und lasse EE mit dem Fusse F nur 2 bis 4 Linien über A nach der rechten Seite in der

Lage von Fig. 1 vorspringen, wodurch man d fast auf eben diese Grösse herabbringen kann, sofern man mehrere solche Platten mit verschieden geneigten festen Hülsen hat; z. B. eine von 70° bis 80°, eine von 60° und eine von 45° oder 30° Neigung, von welchen die erste bei wenig excentrischen Ellipsen, die zweite für mittlere, von $e = 0{,}5$ bis $e = 1$ oder $= 1{,}5$, und die dritte für grössere Werthe von e dienlich wäre. Die kleinsten Curven oder die kleinsten Werthe von p, welche der Grösse von d proportional sind, ergeben sich alsdann aus der Gleichung (5), wonach man für $d = 6'''$ erhält:

für $i = 80°$ u. $e = 0{,}25$	d. Minim. v. $p = 13''',8$	od. von $a = 14''',7$
60° 0,50	5‴,2	6‴,9
30° 1,0	6‴,0	∞
30° 1,5	15‴,9	12‴,7
30 2,0	11, 4	3, 8

Will man endlich bei dieser Einrichtung mit einigen bestimmten Werthen von i zwei Stangen B anbringen, wie diess oben (1) angegeben ist, so kann man statt der die Axe AA' nur zum Theil umschliessenden festen Hülse, die Axe selbst mit der aufzuschraubenden Platte fest verbinden, und mit einem hohlen Cylinder, welcher die Oese b und die Hülse c trägt, umgeben, wodurch, weil der bewegliche Cylinder nun ganz an dem festen anliegt, das Instrument an Solidität gewinnt. Es versteht sich, dass man, um für alle Fälle auszureichen, alsdann ebenfalls mehrere solcher Platten mit verschieden geneigten Cylindern haben müsse, ferner dass der äussere hohle Cylinder jetzt dieselben Eintheilungen wie vorher AA' trägt, und dass eines der Stifte f bei diesen Einrichtungen wegfällt. Für den häufigsten Gebrauch dürfte das Instrument in dieser Art am zweckmässigsten seyn.

Verbesserungen.

S. 2 Z. 2 *der Note statt* erste *lese man* grösseren
3 *ebendas.* — zweite — kleineren
— 15 — 18 *v. o. ist nach* und *das Wort* ihn *einzuschalten.*
— 31 — 13 *v. u. statt* inneren Kreises *l. m.* Krystallhalters
— 42 — 4 *v. u. statt* (VI) *l. m.* (VI a)
— 55 — 2 *v. o. ist zuzusetzen:* und wird mit Ausnahme einiger kleinen Aenderungen besonders bei der Wiederholung (22) ganz nach (14) vollzogen.
— 64 *in der Mitte statt* $\Omega\Theta\Omega$ *l. m.* $\Omega\Theta\Omega'$
— 65 *am Ende der Z.* 1 *v. o. statt* nach *l. m.* der
— 78 *Z.* 15 *v. o. statt* dieser *l. m.* diesen
— 84 — 14 — *ist nach* 0^6 *einzuschalten* oder 180^9
— 99 — 3 — *statt* e *l. m.* e^2

152 p

Gedruckt bei C. F. Thormann in Bonn.

Tafel I.

Tafel
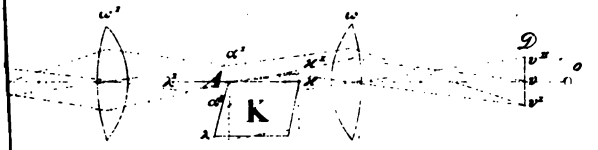
Fig: XI.